PROGRAMME D'AMÉNAGEMENT DURABLE DES FORÊTS — VOLETS 2

Rapport final

MIGRATION ASSISTEE DE CHENE ROUGE A SAULT-AU-COCHON (MRC COTE DE BEAUPRE) : PHASE 1 IMPLANTATION

Présenté à :

MRC Côte de Beaupré

Jean-François Guillot, urbaniste, Directeur général adjoint
Gabrielle Rivard, M. Sc., Aménagiste
Mylène Légère, M. Sc., Aménagiste géomaticienne

Et

Consultants forestiers DGR
Frédérik Blanchette, ing.f.

Par :

CERFO
Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc.

Samuel Royer-Tardif, biol. Ph. D.
Gilles Joanisse, biol. Ph. D.
Guy Lessard, ing.f, M. Sc.

Octobre 2022

© CERFO 2022-31

Mots-clés : trouées, ensemencement, chêne rouge, migration assistée, débroussaillage

Référence à citer :

Royer-Tardif, S., G. Joanisse et G. Lessard. 2022. *Migration assistée de chêne rouge à Sault-au-Cochon (MRC Côte-de-Beaupré : Phase 1 Implantation*. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO).) Rapport 2022-31, 25 pages + 6 annexes.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures iv

Liste des tableaux v

Remerciements vi

RÉsumÉ vii

Introduction 1

Objectifs 3

1. MÉTHODES ET RÉSULTATS 3

1.1. Étape 1 : Planification des travaux 3

1.2. Étape 2 : Acquisition des glands 5

1.3. Étape 3 : Conservation et Préparation des glands 6

1.4. Étape 4 : Débroussaillage 8

1.5. Étape 5 : Ensemencement 10

1.6. Étape 6 : Suivi de la régénération 12

2. Discussion 22

2.1. Débroussaillage et ensemencement 22

2.2. Prédation et période d'ensemencement 22

2.3. Implications pour la migration assistée 23

2.4. Suivi de la régénération 23

3. Recommandations 25

3.1. Débroussaillage : 25

3.2. Ensemencement : 25

3.3. Suivi : 25

Conclusion 26

RÉFÉRENCES 27

ANNEXE 1. Protocole d'implantation du dispositif 28

ANNEXE 2. Sélection des provenances pour Sault-au-Cochon (SAC) 31

ANNEXE 3. Protocole inventaire de suivi de germination 34

ANNEXE 4. Prescription de débroussaillage 36

ANNEXE 5. Prescription d'ensemencement 39

ANNEXE 6. Tableaux de compilations 42

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des secteurs 4

Figure 2. Localisation des trouées et parcelles débroussaillées et ensemencées avec distinction entre les parcelles du dispositif expérimental situées dans les trouées et sous-couvert adjacent. 4

Figure 3. a) Photo de chêne rouge localisé sur le TNO le long du sentier des caps près du belvédère. b) Petit chêne rouge en régénération. 6

Figure 4. Tests de germination des glands réalisés au printemps 2022 7

Figure 5. Photos illustrant a) le débroussaillage d'une trouée et b) une trouée débroussaillée 9

Figure 6. Implantation d'un dispositif dans une trouée 11

Figure 7. Exemple de gland prégermé 11

Figure 8. Séquence des semaines d'ensemencement des glands de chêne rouge 12

Figure 9. Quelques photos de chêne rouge dans le dispositif. 13

Figure 10. Exemples de photos de parcelles en sous-couverts visitées à la fin août 2022 avec une basse végétation en compétition. 14

Figure 11. Exemple de photos de trouées avec reprise de framboisiers et autre végétation compétitrice en août 2022. 15

Figure 12. Taux de survie moyen des chênes rouges pour chaque provenance selon a) le secteur de CPR-Nord et le secteur de CJT-Sud, b) selon le type de parcelle, c) selon la provenance et d) selon le type écologique et l'exposition. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiances (95 %). Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les provenances (l'analyse a été réalisée sur des données transformées en racine carrée). * signifie que les valeurs présentent prennent en compte la provenance comme facteur aléatoire pour la compilation globale. 17

Figure 13. Taux de survie par provenance en fonction des dates d'ensemencement pour a) les parcelles des trouées et b) les parcelles sous-couvert. 18

Figure 14. Proportion des parcelles avec au moins un chêne vivant par provenance 19

Figure 15. Photos illustrant des glands déterrés et des écailles de glands sur une souche 21

Figure 16 : Similarité climatique avec la localité de Sault-au-Cochon (-70.63, 47.23) pour deux périodes futures (2011-2040 et 2041-2070). Pour la moyenne, les zones rouges correspondent aux localités de match climatique (zones où s'approvisionner en semences). Pour l'écart-type, les zones en bleu indiquent les endroits où il y a peu de variabilité entre les différents modèles/scénarios (endroits où les modèles/scénarios sont unanimes). 31

Figure 17 : Similarité climatique avec les 5 communautés visées pour deux périodes futures (2011-2040 et 2041-2070). 32

Figure 18 : Localisation finale des provenances sélectionnées : 1) Source locale de Sault-au-Cochon, 2) Wendover, 3) Baie Missisquoi, 4) Vermont (É.-U.), 5) Illinois (É.-U.). 33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Code de provenance utilisé pour l'ensemencement 10

Tableau 2. Proportion des parcelles avec présence de trous ou glands consommés par secteur. 19

Tableau 3. Trouées hors dispositif échantillonnées 20

REMERCIEMENTS

Le CERFO désire d'abord remercier la MRC de Côte-de-Beaupré et les membres de la Table de gestion du TNO de Sault-au-Cochon pour leur confiance pour la réalisation de ce projet et pour l'aide dans l'octroi du financement par le PADF. Nos remerciements s'adressent particulièrement à madame Gabrielle Rivard qui a appuyé et participé au projet dès le début, ainsi qu'à madame Mylène Légère, qui a pris le relais à l'été 2022. Nous remercions également l'équipe du consultant DGR qui a appuyé ce projet dès ses débuts.

Des remerciements spéciaux sont dédiés aux stagiaires de la technique en foresterie du Cégep de Sainte-Foy : Olivier Morin, David Castonguay et Cédric Maheu. Ce sont eux qui ont réalisé la majeure partie des travaux de ce projet sous la supervision de Clément Coutier, technicien au CERFO. Nous tenons également à remercier M. Jean-Luc Landreville pour l'approvisionnement en glands dédié aux trouées hors dispositif de même qu'à la municipalité de Saint-Elphège et tous les propriétaires contactés pour l'accès à leur terrain lors de la collecte de glands de chêne.

RESUME

Ce rapport sommaire présente les étapes réalisées dans le cadre de l'implantation ainsi que le suivi après une saison d'un dispositif de migration assistée de chêne rouge à Sault-au-Cochon, un territoire non organisé (TNO) situé sur le territoire de la MRC Côte de Beaupré. Cette initiative, développée avec l'accord du comité multiressource assurant la gestion du TNO, vise une diversification des produits forestiers de façon intégrée aux coupes progressives et des jardinages prévus au PAFI-T (année 3-4) du TNO de Sault-au-Cochon. Ces coupes, effectuées par trouées, ont permis de réaliser des essais de régénération en chêne rouge en milieu ouvert ainsi que sous le couvert de la forêt résiduelle adjacente. L'utilisation de semences plutôt que de plants à racines nues, une pratique innovante, a été mise en place puisqu'elle a fait ses preuves ailleurs en s'avérant moins couteuse et plus légère d'un point de vue logistique.

Le dispositif comprend 90 parcelles établies en trouées ou en sous-couvert forestier et qui ont été ensemencées avec 5 provenances de glands différentes. De plus, 59 autres trouées ont été ensemencées avec des glands de chêne rouge de provenances plus générales pour le Québec. Afin de préparer le terrain, des travaux de débroussaillage sur l'ensemble de la superficie ont été effectués en juin 2022 et l'ensemencement a été réalisé de juin au début juillet.

Le suivi après un été a démontré que le chêne rouge s'est installé dans la majorité des parcelles échantillonnées. Les taux de survie après un été sont de 20 % et moins selon la région de provenance des glands. La provenance locale de Sault-au-Cochon s'étant avérée celle avec le moins de succès d'implantation et celle de Wendover au Québec étant celle ayant connu le plus de succès. Pour les 59 trouées hors dispositif, l'équivalent de 13 chênes rouges par trouée a été mesuré. Certains enjeux de conservation et de stockage des glands, de période d'ensemencement, de végétation compétitrice et de prédation ont été vécus et sont discutés. Des recommandations sont présentées pour d'éventuels projets d'ensemencement de glands de chêne rouge et pour la poursuite du projet.

INTRODUCTION

Le chêne rouge représente une essence d'avenir et de grands intérêts pour le territoire de Sault-au-Cochon situé dans la MRC Côte-de-Beaupré. En 2018, une diversification des productions a été discutée avec le comité multiressources de la MRC pour être ensuite intégrée dans la planification des coupes progressives et des coupes de jardinages prévues dans le cadre du PAFI-T (plan quinquennal années 3-4) du TNO. Comme les multiples perturbations et stress attendus avec les changements climatiques risquent de diminuer la santé et la croissance des forêts québécoises, une des stratégies d'adaptation mise de l'avant est non seulement d'accroître la diversité des essences utilisées dans le reboisement dans le but d'accroître la résilience des forêts à une diversité de conditions environnementales, mais également d'initier une migration des semences vers le nord afin de planter des semences adaptées à un climat plus chaud et possiblement plus sec.

Afin d'amorcer cette diversification et la migration, le chêne rouge a été choisi puisque l'on retrouve déjà de petites populations de cette espèce à proximité (Fig. 1), le TNO étant situé à la limite nord de son aire de distribution. Il est attendu qu'avec le réchauffement du climat, ce secteur soit beaucoup plus propice au chêne rouge puisqu'il présentera un climat analogue au sud du Québec et au nord des États-Unis d'ici 2040. Cette essence tolérance à la sécheresse et à grande valeur économique, écologique et sociale pourrait également représenter une solution de remplacement aux hêtres dépérissants.

Dans ce contexte, l'installation du chêne rouge à Sault-au-Cochon cadre bien avec le principe de nucléation (Corbin et Holl, 2012) qui vise à établir des groupes de chêne rouge à différents endroits sur un territoire et qui pourra par la suite se disperser dans le reste de la matrice forestière. C'est pourquoi le projet actuel ne vise pas à régénérer du chêne rouge sur l'ensemble de la superficie concernée, mais au sein de trouées. L'ensemencement s'est également réalisé dans des parcelles sous couvert en plus des trouées des coupes progressives et de jardinage afin de vérifier un éventuel effet protecteur du couvert résiduel contre les gels printaniers, et ce, surtout pour les provenances du sud (Patricia Raymond, DRF, comm. pers.).

L'utilisation de semences plutôt que de plants à racines nues est également une pratique innovante et intéressante qui a fait ses preuves ailleurs (Blouin *et al.*, 2018 ; Lessard *et al.*, 2018, et Joanisse *et al.*, 2022). En plus de diminuer les efforts et les coûts d'implantation, cette solution peut présenter un intérêt évident pour éviter les délais de production de plants. En matière de performance, des études effectuées par Andrée Morneault pour l'Ottawa Valley Forest ont démontré qu'il n'y aurait aucune différence de hauteur entre les deux après quelques années. Pour la survie, les conditions semblent plutôt variables liés à la germination des glands ou à la prédation ; les manipulations, la conservation et le contrôle de la prédation sont des facteurs à surveiller de près lorsque cette option d'ensemencement de glands est retenue.

Le présent rapport fait état de la première phase de ce processus opérationnel de migration assisté novateur pour la région de la MRC : l'implantation de cinq provenances de chêne rouge

dans deux parterres de coupe qui représentent un environnement adéquat pour cette espèce, mais où elle n'était pas encore présente.

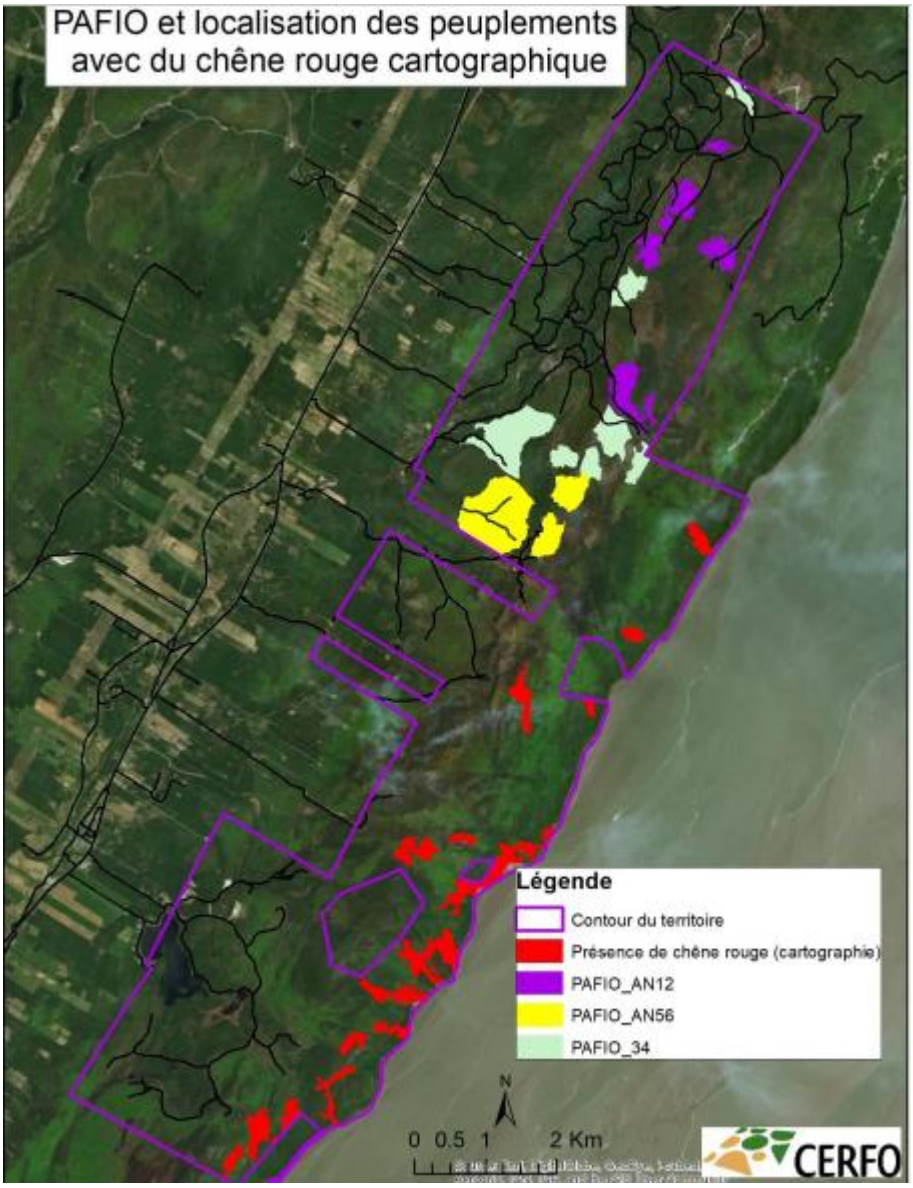


Figure 1. Chantiers prévus au PAFIO et emplacement actuel des peuplements avec du chêne rouge selon l'appellation cartographique (Lessard, Joanisse et Ferrer, 2018).

OBJECTIFS

Le but de ce projet est d'établir une régénération en chêne rouge de qualité afin d'accroître la diversité spécifique du territoire de Sault-au-Cochon, selon le concept de nucléation. Il est également proposé de tester la performance de cinq différentes provenances de semences dans un contexte de migration assistée et d'adaptation au climat futur.

Les objectifs sont de :

- Préparer le terrain pour l'ensemencement des glands
- Rassembler différentes sources de semences du Québec et des États-Unis pour favoriser l'acclimatation au climat futur.
- Ensemencer les glands et suivre l'état des travaux après une saison de croissance.

1. MÉTHODES

1.1. ÉTAPE 1 : PLANIFICATION DES TRAVAUX

Ce projet a été réalisé dans deux secteurs d'intervention, l'un ayant connu une coupe de jardinage par trouées (CJT) et l'autre ayant été traité par une coupe progressive irrégulière par trouées (CPIT) en 2020 sur le territoire de Sault-au-Cochon (Figures 2 et 3). Au total, ces traitements ont généré 126 trouées. La première étape de ce projet fut de visiter ces trouées et déterminer celles ayant le plus grand potentiel pour installer du chêne rouge. Cette étape a été réalisée par l'équipe du CERFO à l'automne 2021 et a permis d'identifier 104 trouées potentielles à régénérer. Pour 45 de ces trouées, un dispositif expérimental contenant deux parcelles pairées de 10 X 10 m, une au centre de la trouée et l'autre sous couvert adjacent à la trouée, a été établi afin de comparer la croissance de cinq provenances (source) de semences pour le chêne rouge. Dans ces parcelles, il était prévu de planter les glands à tous les mètres le long de transects espacés aux deux mètres pour un total de 50 glands (10 par provenance). Dans la portion de ces trouées à l'extérieur des parcelles expérimentales, de même que dans les 59 trouées restantes, les glands ont été plantés à trois mètres de distance. Un protocole d'implantation du dispositif a été produit et peut être consulté à l'Annexe 1.

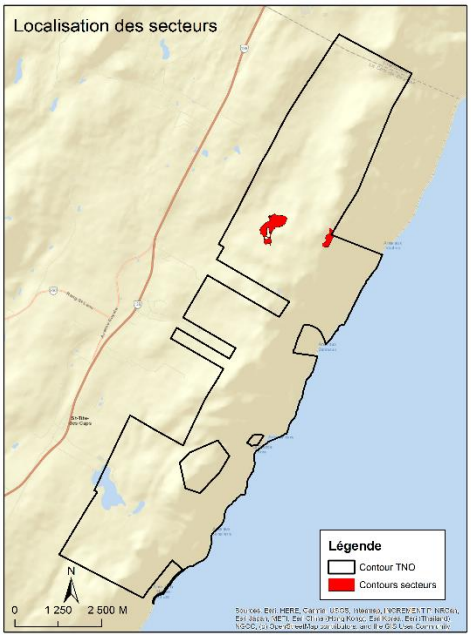


Figure 1. Localisation des secteurs

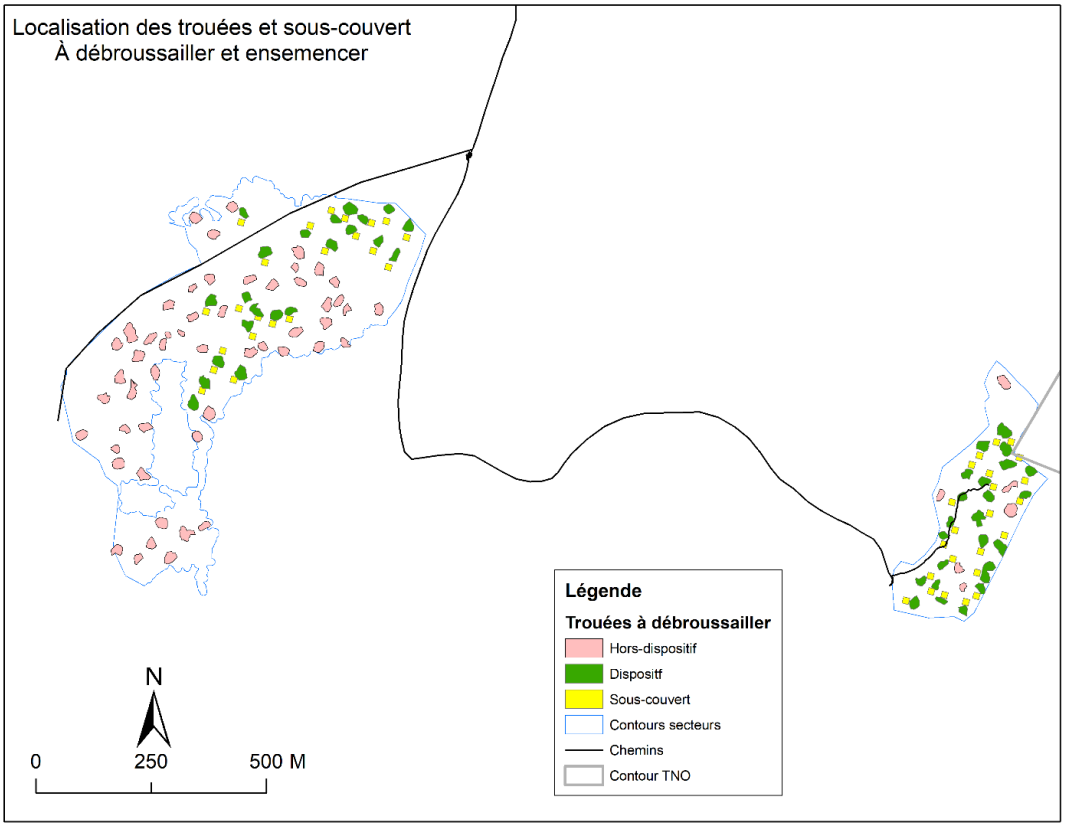


Figure 2. Localisation des secteurs débroussaillés et ensemencés à Sault-au-Cochon avec distinction entre les trouées hors dispositif expérimental et les parcelles du dispositif expérimental situées dans les trouées (Dispositif) et sous couvert adjacent.

1.2. ÉTAPE 2 : ACQUISITION DES GLANDS

Ces travaux ont nécessité près de 14900 glands de chêne qui ont été récoltés ou achetés par le CERFO à l'automne 2021. Au total, 4095 glands (1100 par provenance) ont été ensemencés dans le dispositif expérimental et 9400 glands l'ont été dans le reste de la superficie des trouées autour des parcelles et des trouées hors dispositif. Les cinq provenances ont été déterminées en se basant sur les comparaisons climatiques offertes dans l'outil SeedWhere du Service canadien des forêts (https://cfs.cloud.nrcan.gc.ca/seedwhere/seedwhere.php?randNum=67385&calcType=gower&lang=e). Elles se détaillent comme suit :

- 1 source locale : Sault-au-Cochon, récolte de 12 kg de glands (~2400 glands) effectuée en septembre 2021 par le CERFO (Figure 3).
- 2 sources analogues du climat attendu à Sault-au-Cochon en 2011-2040 : près de Wendover et à Saint-Armand près de la Baie Missisquoi au Québec. Ces deux sources ont été récoltées par le CERFO en octobre 2021 et comptent environ 20 kg de glands chacune (~4000 glands).
- 2 sources analogues du climat attendu à Sault-au-Cochon en 2041-2070 : Vermont et Illinois (É-Us). Au total, 10 kg de chacune de ces provenances (± 2000 glands) ont été commandés auprès d'un fournisseur accrédité (Jim Harrington Seeds, Nicholasville, Kentucky, É-Us).

En plus de ces cinq provenances, deux hectolitres (200 L) de glands de chêne rouge ont été acquis auprès de Jean-Luc Landreville, le principal fournisseur de glands de chêne pour la pépinière publique de Berthier. Ce volume correspond à environ 20 000 glands et a servi à ensemencer la portion opérationnelle des trouées. Pour chaque provenance de glands, un excédant a été prévu en raison des pertes potentielles pouvant survenir pendant l'entreposage l'hiver et afin de réaliser des tests de qualité et de viabilité des glands avant leur mise en terre (voir prochaine étape). Pour plus d'informations sur la sélection des provenances, consulter l'Annexe 2.

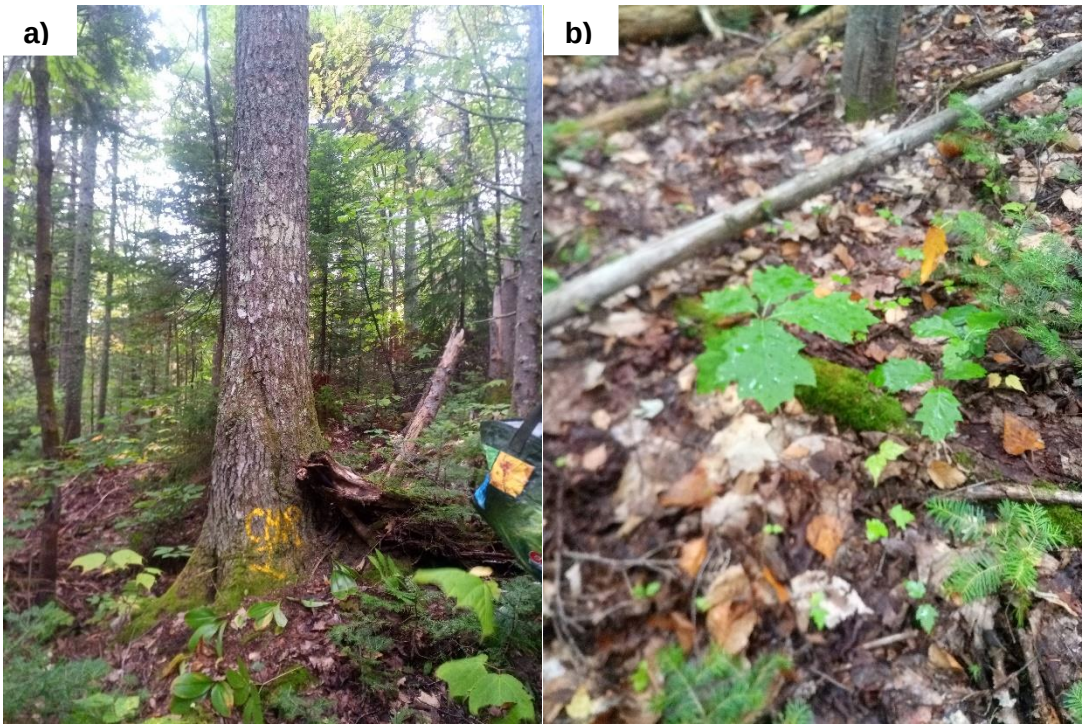


Figure 3. a) Photo de chêne rouge localisé sur le TNO le long du sentier des caps près du belvédère. b) Petit chêne rouge en régénération.

1.3. ÉTAPE 3 : CONSERVATION ET PREPARATION DES GLANDS

Les glands ont été récoltés et commandés à l'automne 2021 et mis en terre au printemps 2022. Entre ces deux périodes, les glands ont été conservés au frais (+3 °C) dans un réfrigérateur du Cégep de Sainte-Foy selon les recommandations émises dans Noland et coll. 2013. Brièvement, les glands ont été conservés sur un lit de mousse de tourbe humidifiée et à l'intérieur de sacs de plastique de 4 mil (4 millièmes de pouce d'épaisseur) dans le but d'éviter la dessiccation des glands. Bien qu'une température de -2 °C soit idéale pour la conservation des glands, aucun congélateur à cette température n'a été trouvé dans la région de la Capitale-Nationale. Par conséquent, la seule option était un réfrigérateur ordinaire. Ceci a eu comme conséquence l'effet désiré de stratifier les glands pendant la période hivernale, mais ensuite d'amorcer leur germination à partir du mois d'avril, ce qui n'était pas désiré. Par conséquent, les glands étaient déjà très germés (certains trop) au moment de la plantation, ce qui a complexifié les étapes de manipulation pour la mise en terre et pouvait hypothéquer la réussite de l'Implantation. Afin de s'assurer de la qualité des glands mis en terre, différents tests ont été conduits par le CERFO.

- Sur chaque provenance acquise à l'automne 2021, deux sous échantillons de 25 glands ont été utilisés pour évaluer le % d'humidité. Ce % est important pour la survie hivernale des glands. Un taux supérieur à 35 % doit être visé en tout temps. *Les glands testés avaient un taux d'humidité moyen de 40 %.*

- Un autre échantillon de 50 glands a été employé pour un test à la coupe à l'automne 2021. Ce test vise à couper les glands en deux pour vérifier la qualité et l'état du gland. Ces tests ont démontré une *qualité optimale pour plus de 90 % des glands.*

En avril 2022, de nouveaux sous-échantillons de glands ont été utilisés pour déterminer :

- Le % d'humidité après entreposage : celui-ci se situait *entre 60 et 80 %* en raison de la reprise de l'activité biologique des glands à la fin de la période d'entreposage et puisque le substrat humidifié a favorisé la conservation du taux d'humidité des glands.
- Le % de germination des glands (Figure 4). À la sortie de l'entreposage, 2 lots de 50 glands ont été inspectés afin de déceler des traces de germination. De plus, ils ont été immergés dans l'eau pendant 24 heures afin d'initier la germination et le nombre de glands germés ou en voie de germer a été noté par la suite. *Pour la majorité des provenances, 90 % des glands étaient germés*. Seule la provenance locale de Sault-au-Cochon avait moins de germination (14 et 38 % de germination). Toutefois au moment de la plantation, quelques semaines plus tard, près de 80 % des glands avaient germé.

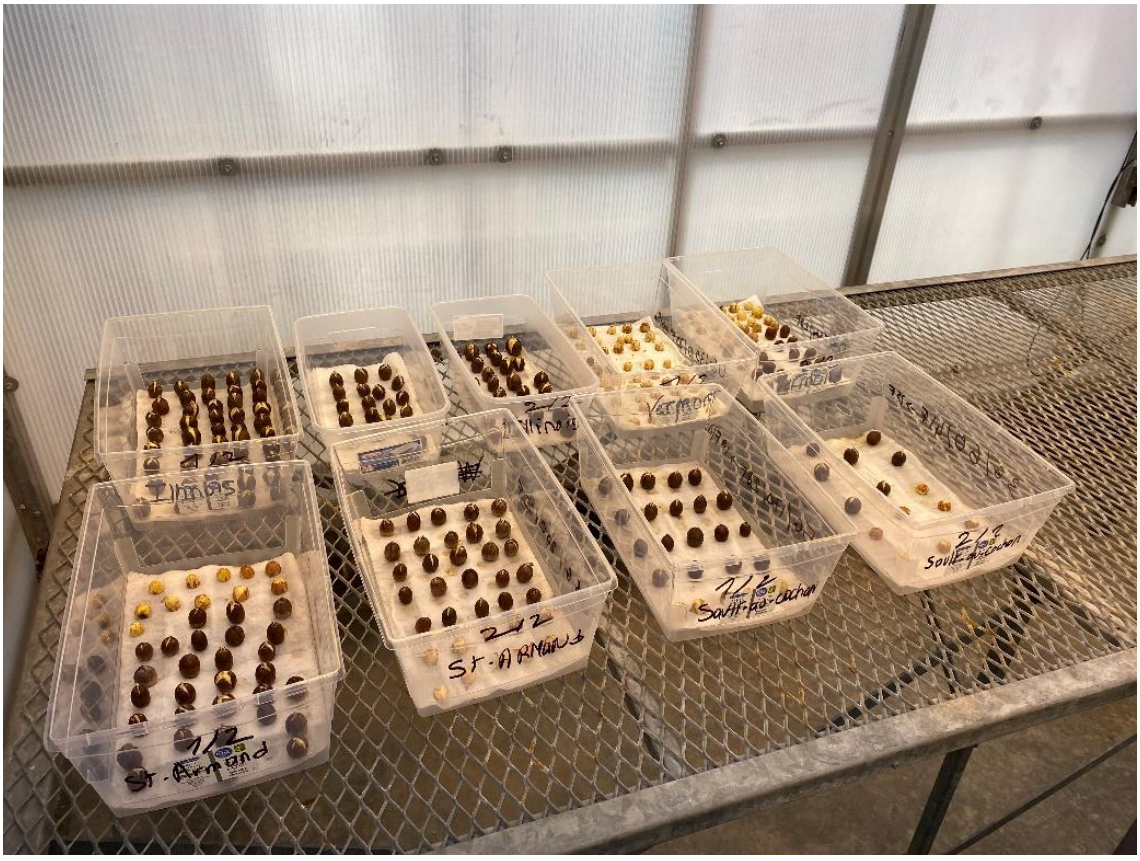


Figure 4. Tests de germination des glands réalisés au printemps 2022

1.4. ÉTAPE 4 : DEBROUSSAILLAGE

Puisque les travaux de récolte ont été réalisés il y a deux ans, de la régénération non désirée s'est déjà établie dans les trouées à être ensemencées en chêne rouge. Afin de favoriser l'installation et la croissance de cette dernière espèce, un débroussaillage de la régénération préétablie a été réalisé avant l'ensemencement, méthode déjà expérimentée ailleurs au Québec en remplacement du traditionnel scarifiage. La prescription de débroussaillage se trouve à l'annexe 4. Il est à noter que, dans les 104 trouées et 45 parcelles sous couvert ensemencées, la majorité de la régénération déjà établie était constituée d'essences non désirées telles que l'érable à épis, l'érable rouge et le cerisier de Pennsylvanie, et, à l'occasion, même de saule et d'aulne. L'érable à sucre était aussi très présent dont quelques grosses gaules et perches à anneler. Les 22 trouées qui n'ont pas été ensemencées en chêne ont été exclues de ce projet puisqu'elles présentaient les conditions de station impropres au dispositif ou bien parce qu'une régénération dense de gaules d'érable à sucre (une essence désirée dans ce secteur) occupait déjà l'espace disponible. La superficie des travaux de débroussaillage correspond à la superficie des 103 parcelles qui ont été ensemencées soit 4,4 ha de même que la superficie des parcelles qui ont été établies sous couvert à proximité des trouées (1,1 ha). Par conséquent, la superficie totale traitée fut de 5,5 ha. Ce travail a été réalisé au mois de juin 2022 en raison d'un printemps tardif et d'un manque d'accessibilité au territoire en mai (Figure 5). Les travaux se sont terminés plus tard que prévu, jusqu'au début juillet, dû à la difficulté d'avoir de la main-d'œuvre pour réaliser le débroussaillage. Au niveau du suivi, toutes les trouées et tous les sous-couverts étaient conformes à la prescription.

Figure 5. Photos illustrant a) le débroussaillage d'une trouée et b) une trouée débroussaillée

1.5. ÉTAPE 5 : ENSEMENCEMENT

L'ensemencement des glands a suivi l'étape de débroussaillage et a été réalisé au début du mois de juin 2022 et s'est terminé le 4 juillet 2022 (Figure 8). La superficie à ensemencer correspondait à la même que celle débroussaillée, soit 5,5 ha. L'utilisation de glands plutôt que de plants a été préconisée ici afin de faciliter le potentiel de migration assistée de l'espèce (gestion de glands plus facile que celle de plants). En effet, dans le cadre de trois études précédentes réalisées par le CERFO et ses partenaires, le CERFO a observé que l'ensemencement permettait d'atteindre des résultats équivalents à un coût moindre qu'avec la plantation de semis (Blouin *et al.* 2018 ; Lessard *et al.*, 2018 ; Joanisse *et al.* 2022). La méthode utilisée pour l'ensemencement des glands et la délimitation des parcelles expérimentales est présentée à l'annexe 1. La prescription d'ensemencement est présentée à l'annexe 5. Dans chaque parcelle délimitée sur le terrain (Figure 6), les 5 provenances (Tableau 1) étaient ensemencées dans une rangée choisie au hasard. La majorité des glands étaient prégermés, parfois avec une longue radicule (Figure 7). Ces glands devaient être manipulés délicatement. Un ensemencement de 10 glands par provenance par parcelle a été réalisé, à l'exception de la provenance 2 (Sault-au-Cochon) pour laquelle 5 glands ont été ensemencés en raison d'un manque de glands viables.

Tableau 1. Code de provenance utilisé pour l'ensemencement

Code	Provenance	Nombre de glands ensemencés par parcelle
P1 :	Wendover	10
P2 :	Sault-au-Cochon	5
P3 :	Vermont	10
P4 :	Illinois	10
P5 :	Saint-Armand	10

Figure 6. Implantation d'un dispositif dans une trouée

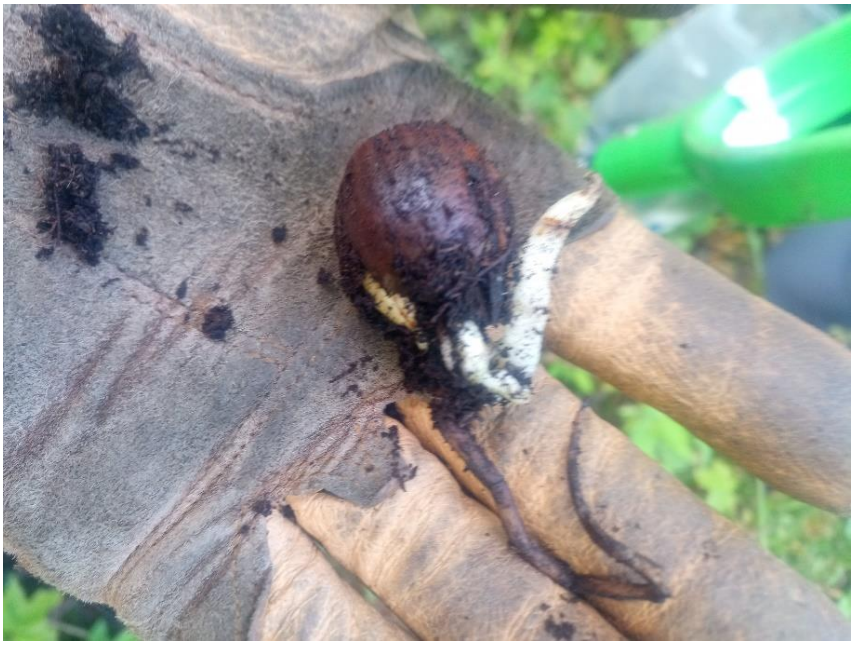


Figure 7. Exemple de gland prégermé. Noter la présence d'une première radicule noircie et d'une seconde saine.

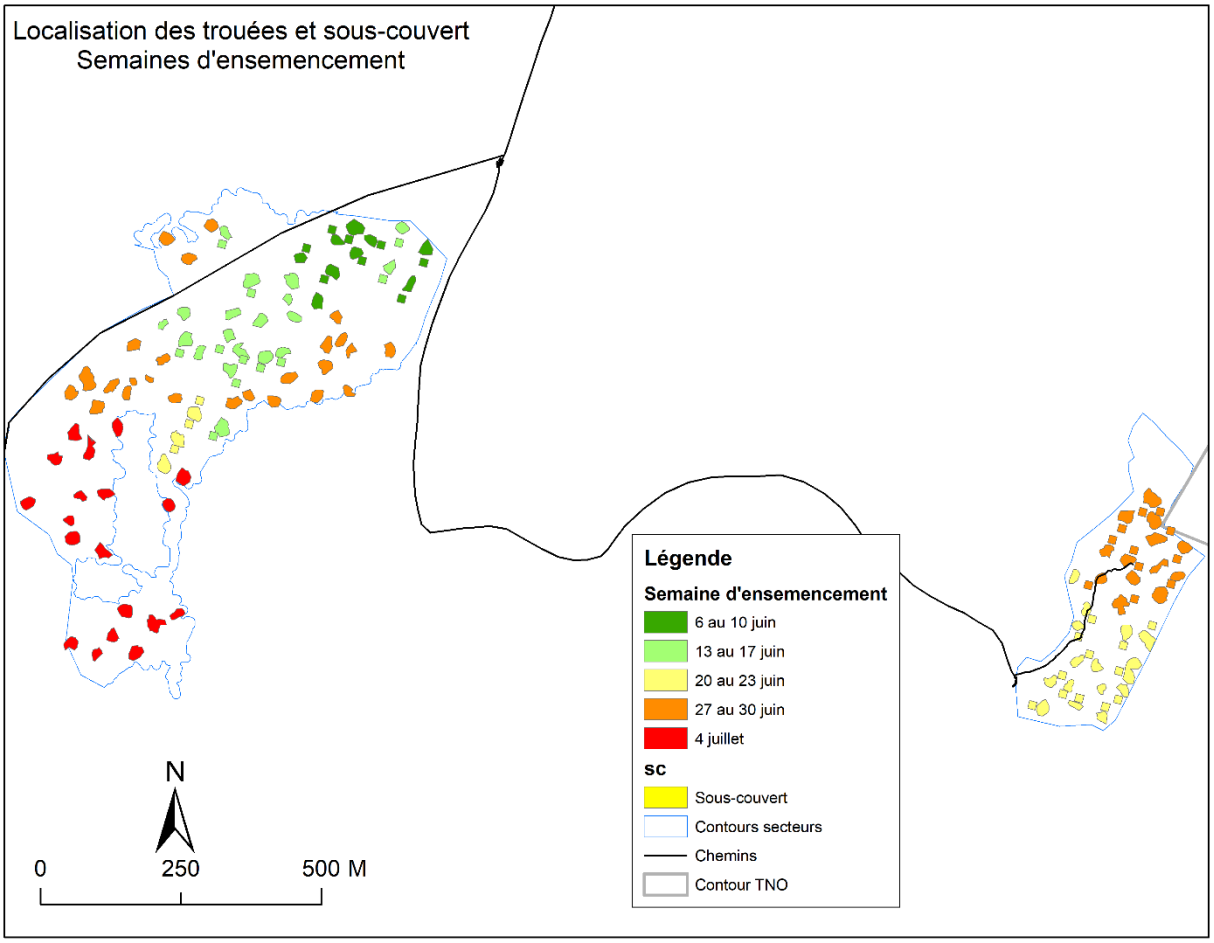


Figure 8. Séquence des semaines d'ensemencement des glands de chêne rouge.

1.6. ÉTAPE 6 : SUIVI DE LA REGENERATION

Un suivi de la qualité d'implantation des jeunes chênes a été réalisé vers la fin de la première saison de croissance, soit à la fin août 2022. Un décompte des semis de chaque provenance a été réalisé dans chaque parcelle expérimentale. De plus, quatre parcelles aléatoires ont été inventoriées dans les trouées hors du dispositif. La présence d'indices de prédation (écureuils et autres rongeurs) a été notée ainsi que toute autre observation sur l'état de santé des jeunes chênes et la présence de compétition. Le protocole détaillé se trouve en Annexe 3.

Au niveau de l'inventaire, les chênes étaient petits et parfois difficiles à détecter (Figure 9), surtout en présence de compétition abondante dans les trouées (Figure 11) comparativement aux parcelles en sous-couvert (Figure 10). Un portrait détaillé est présenté dans la section suivante.

Figure 9. Quelques photos de chêne rouge dans le dispositif.

Figure 10. Exemples de photos de parcelles en sous-couverts visitées à la fin août 2022 avec une basse végétation en compétition.

Figure 11. Exemple de photos de trouées avec reprise de framboisiers et autre végétation compétitrice en août 2022.

2. RÉSULTATS

2.1. PORTRAIT DE LA REGENERATION DE CHENE ROUGE DU DISPOSITIF

2.1.1. Nombre moyen de semis et taux de survie

Le nombre moyen de semis ainsi que le taux de survie du chêne rouge ont été compilés par secteur, provenance, par type de parcelle (trouée et sous couvert) et par type écologique-exposition (les tableaux de compilations complets sont présentés à l'annexe 6). Pour une même provenance, aucune différence significative n'a été observée entre les secteurs (CPR-Nord et CJT-Sud), le type de stations (MS12-NO, FE32-NO, FE30-SE et FE32-SE) et le type de parcelle (trouées vs sous couvert) (Figure 12abc). En revanche, des différences ont été observées entre les provenances (Figure 12d) : la provenance 1 (Wendover) ayant un meilleur taux de survie (20 %) et la provenance 2 (Sault-au-Cochon soit locale) le plus faible (8 %). Les provenances 3-4-5 ont en moyenne des taux de survie de 16 %, 13 % et 12 % respectivement. Donc, en moyenne, 2 semis de chêne ont été mesurés par parcelle expérimentale pour la provenance 1, entre 1 et 2 pour les provenances 3-4-5 et moins de 1 pour la provenance 2. Ces taux sont, somme toute, assez faibles. Il faut rappeler que pour la provenance 2, 5 glands étaient ensemencés par rangée.

La proportion des parcelles avec au moins un chêne par provenance est présentée à la Figure 12. Dans l'ensemble du dispositif, il y a deux parcelles sous-couvert où aucun chêne n'a été observé pour les 5 provenances. On note que pour la provenance 2, celle de Sault-au-Cochon, un faible nombre de trouées avait au moins un chêne, soit moins de 25 % pour le secteur de CJT (FE30_SE et FE32_SE), moins de 10 % pour MS12_NO et environ 40 % pour le FE32_NO. Pour les autres provenances, il y a de la variabilité, allant de 40 à 100 % des parcelles avec au moins 1 chêne.

Pour tenter d'expliquer la variabilité dans le taux de survie, une analyse a été réalisée en comparant les dates de plantation pour les trouées et les parcelles sous couvert (Figure 13). Une grande variabilité est observée entre les dates et aucune tendance significative n'a été observée.

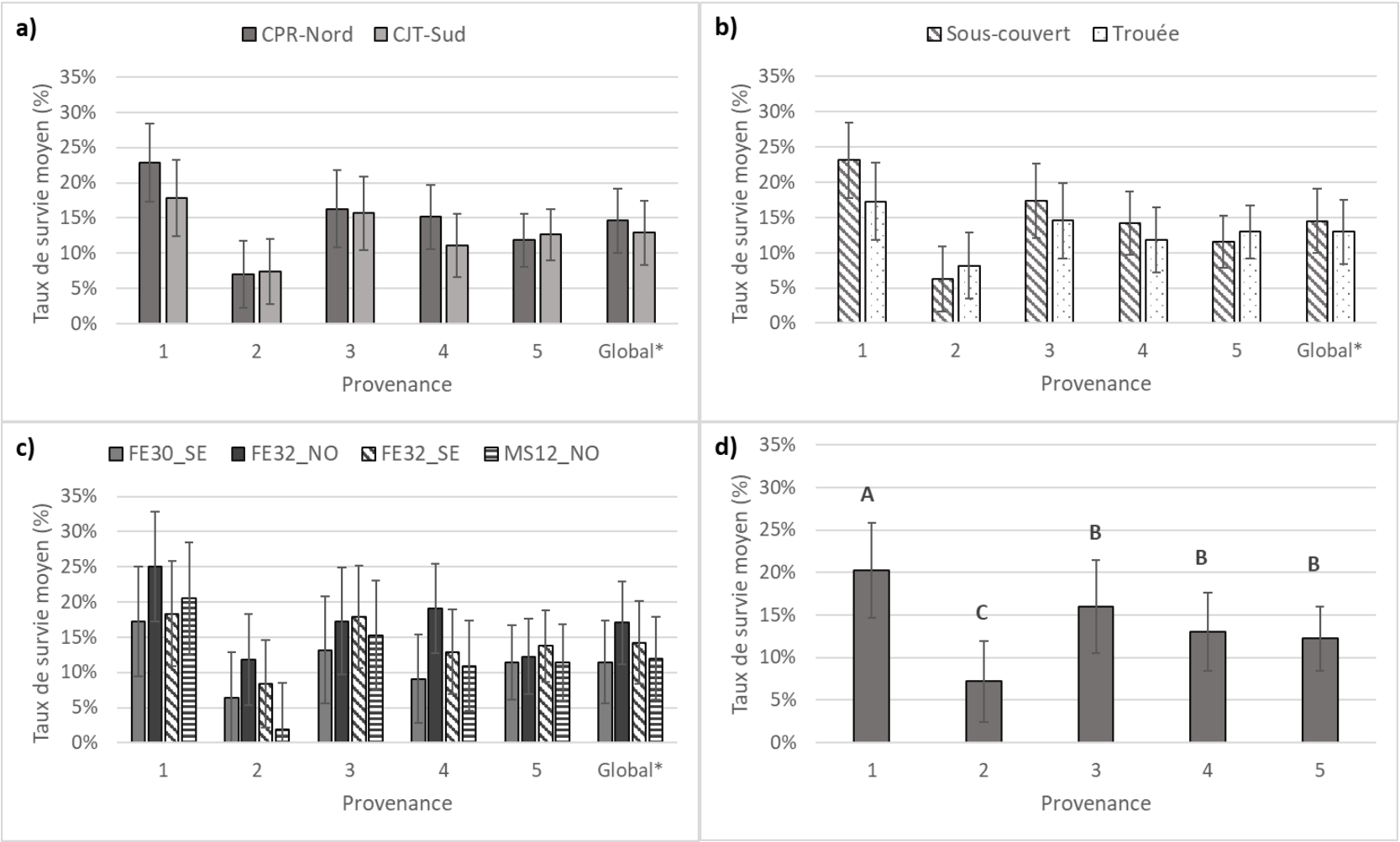


Figure 12. Taux de survie moyen des chênes rouges pour chaque provenance selon a) le secteur de CPR-Nord et le secteur de CJT-Sud, b) selon le type de parcelle, c) selon la provenance et d) selon le type écologique et l'exposition. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiances (95 %). Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les provenances (l'analyse a été réalisée sur des données transformées en racine carrée). * signifie que les valeurs présentes prennent en compte la provenance comme facteur aléatoire pour la compilation globale.

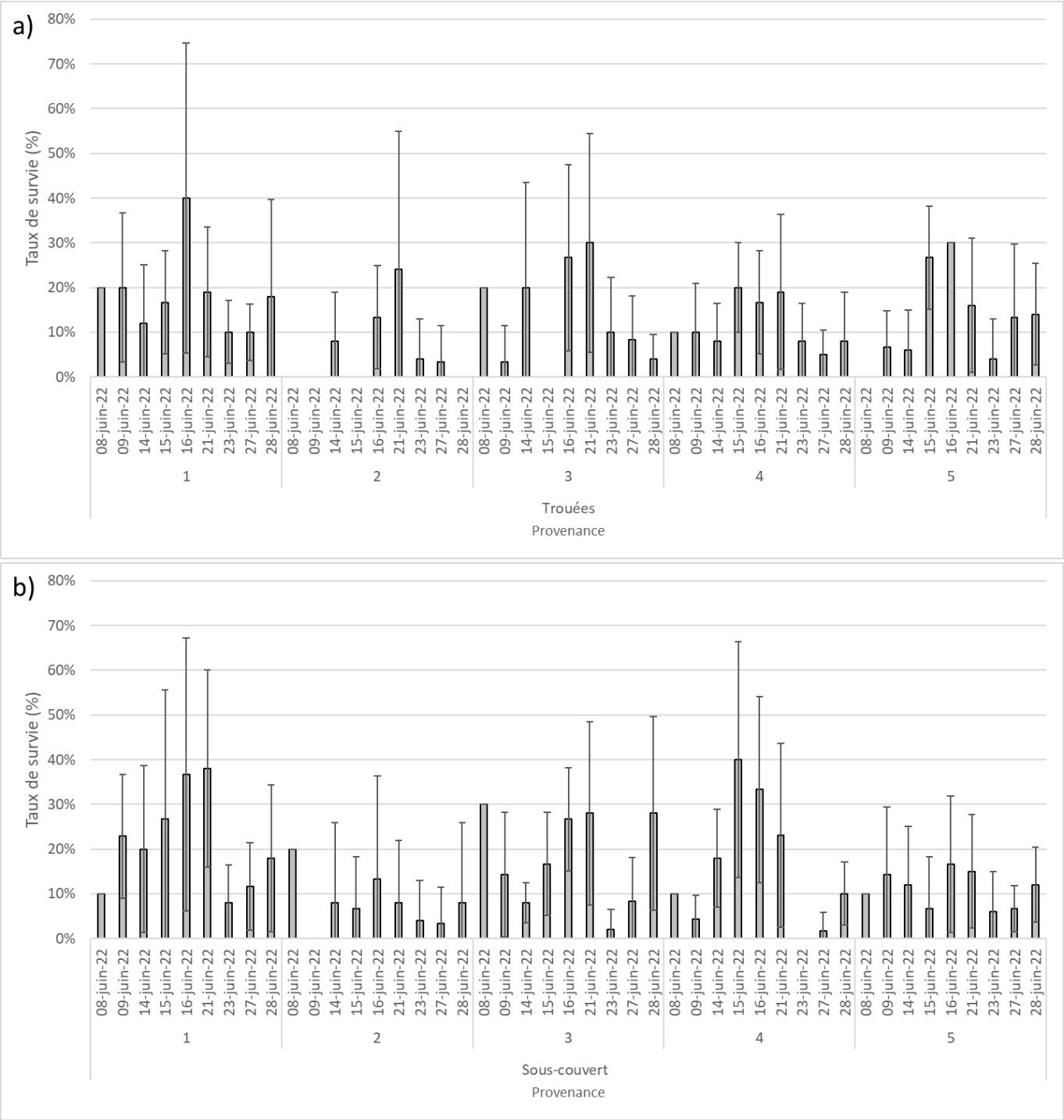


Figure 13. Taux de survie par provenance en fonction des dates d'ensemencement pour a) les parcelles des trouées et b) les parcelles sous couvert.

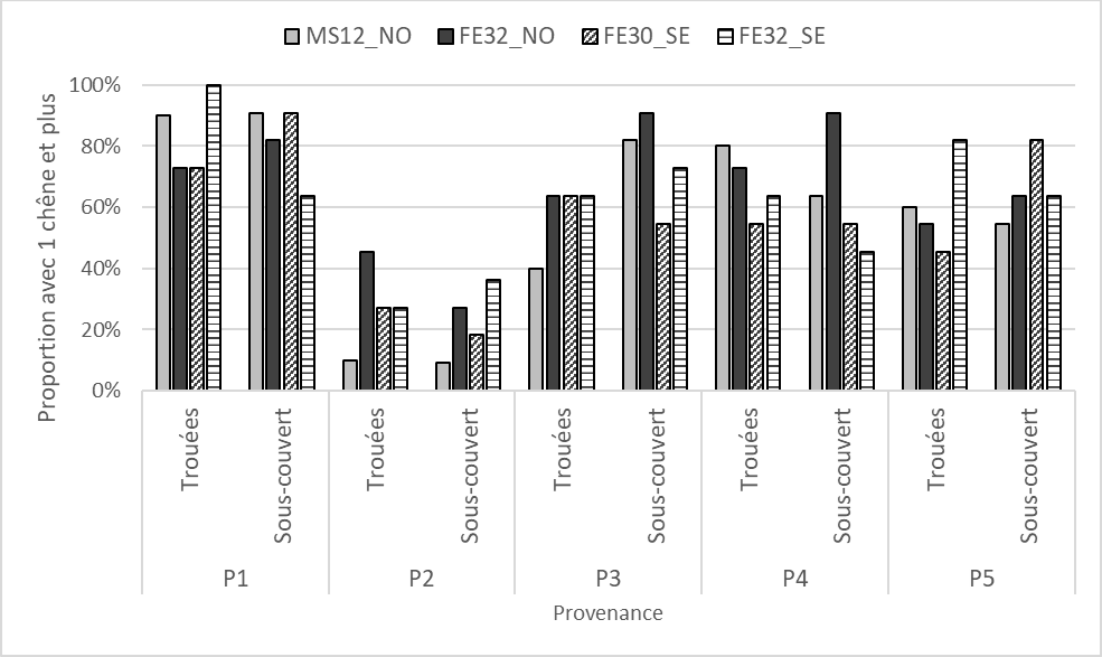


Figure 14. Proportion des parcelles avec au moins un chêne vivant par provenance

2.1.2. Importance de la prédation

Le faible taux de survie peut aussi être attribué au taux élevé de prédation. Il a été observé sur le terrain que dans le secteur de CJT-Sud, plus de 57 % des trouées et 87 % des sous-couverts avaient des traces de prédation des glands, soit la présence de trous ou la présence des écailles de noix (**Tableau 2** et **Figure 15**). Même si la présence de prédation semblait plus élevée dans le secteur de la CJT, il n'y a pas de différence significative sur le pourcentage de survie entre les deux secteurs. Pour limiter le risque de prédation, un répulsif (« Fiche le camp » de Safer's) a été utilisé et mis sur la terre après l'ensemencement lorsque les conditions le permettaient. Dès qu'il y avait des précipitations, il n'était pas possible d'appliquer le répulsif.

Tableau 2. Proportion des parcelles avec présence de trous ou glands consommés par secteur.

	Présence de trous ou glands consommés	
Secteur	% des trouées	% des sous-couverts
Nord	10 %	36 %
Sud	57 %	87 %

2.2. PORTRAIT DE LA REGENERATION DE CHENE HORS DU DISPOSITIF

Un total de 4 trouées choisies aléatoirement et comprenant 10 microplacettes chacune ont été compilées. Les résultats indiquent une moyenne de 333 chênes/hectare et un coefficient de distribution de 28 %. Ceci représente, par trouée moyenne de 400 m^2, 13 chênes rouges. Toutes les trouées échantillonnées avaient une présence de chêne rouge. Il faut noter que pour la plupart des trouées avec parcelle du dispositif, la présence de chêne autour des parcelles a été constatée.

Tableau 3. Trouées hors dispositif échantillonnées

Trouée	nb	chr/ha	%_CD
14	3	333.3	30 %
28	5	555.5	40 %
32	2	222.2	20 %
13	2	222.2	20 %
Moyenne	3	333	28 %

Figure 15. Photos illustrant des glands déterrés et des écailles de glands sur une souche.

3. DISCUSSION

Cette section présente une discussion sur différentes thématiques rencontrées lors de la mise en œuvre et sur la poursuite de l'itinéraire sylvicole.

3.1. DEBROUSSAILLAGE ET ENSEMENCEMENT

Le débroussaillage s'est étiré sur plusieurs semaines, ce qui a retardé le début des travaux d'ensemencement. Ainsi, certaines trouées et parcelles n'ont été ensemencées qu'à la fin juin et début juillet. Rendu à cette période, il a été observé que plusieurs glands commençaient à avoir des radicules noircies, ce qui a pu réduire le taux de germination et de survie. Au moment des tests de qualité des glands à l'automne 2021 et au printemps 2022, toutes les provenances avaient une grande qualité (taux d'humidité, test à la coupe et taux de germination). Seule la provenance de Sault-au-Cochon semblait avoir une qualité plus faible. Par conséquent, en tenant compte du taux de mortalité élevé des glands (+ de 80 %), il est probable que la combinaison d'un entreposage à 3 °C, ce qui est légèrement supérieur à ce qui est recommandé dans la littérature (-2°C, Noland *et al.*, 2013), pendant une longue période au printemps, ait induit une mortalité plus grande des glands mis en terre. La disponibilité de réfrigérateur à température adéquate semble donc un enjeu dans la région pour la conservation de glands en prévision d'un ensemencement printanier. Dans ce contexte, l'ensemencement tardif à l'automne est préférable à l'ensemencement printanier (Blouin *et al.*, 2018) puisqu'il permet d'éviter toutes les manipulations et les risques liés à la conservation des glands.

3.2. PREDATION ET PERIODE D'ENSEMENCEMENT

Plusieurs glands déterrés par les rongeurs ont été observés. L'utilisation de répulsif a peut-être aidé à protéger certains glands, mais les conditions pluvieuses ont limité son application dans tout le dispositif, particulièrement dans le bloc sud, où moins de répulsif a pu être appliqué. Ceci coïncide avec des indices plus fréquents de prédation des glands par les écureuils, mais il est impossible à ce stade de déterminer une relation de cause à effet, puisque l'effet du répulsif est confondu avec l'effet du bloc, le type écologique et son exposition. La capacité de détection des événements de prédation, tout comme celle des semis, était probablement plus faible dans le bloc nord que celui sud en raison de la forte végétation compétitrice (framboisiers majoritairement) qui y a été observée. Il serait donc pertinent d'étudier plus en détail le rôle que pourrait jouer le répulsif employé sur le taux de prédation des glands. De plus, il serait intéressant de vérifier la présence de nouveaux types de répulsifs et de les tester.

Nous apportons également l'hypothèse que la période d'ensemencement pourrait diminuer les risques de prédation. Encore une fois, un ensemencement tardif à l'automne, juste avant la tombée de la neige, pourrait limiter la période où les glands sont à découvert et vulnérables à la prédation (Blouin *et al.*, 2018). Ceci pourrait également favoriser une stratification naturelle des glands et éviter d'avoir recours à un mode de conservation pendant la saison hivernale soit en réfrigérateur ou congélateur adapté. Cependant, si les glands sont ensemencés à l'automne, le

débroussaillage devrait être réalisé au milieu du mois de juillet, juste avant l'aoutement des végétaux, afin d'éviter la constitution de réserve énergétique chez la végétation compétitrice et limiter la repousse au printemps suivant (Venne, 2021).

3.3. IMPLICATIONS POUR LA MIGRATION ASSISTEE

Après une saison de croissance, on retrouve du chêne rouge dans pratiquement toutes les trouées et parcelles. Cependant, le taux de survie est en général assez faible, surtout pour les glands de la provenance 2 (Sault-au-Cochon). Lors de la collecte des glands de Sault-au-Cochon, il a été constaté qu'une plus grande proportion n'était pas viable (test à la coupe démontrant des dommages par les insectes et prédateurs) ; ainsi, moins de glands de cette provenance ont pu être ensemencés (5 par parcelle plutôt que 10.

Sault-au-Cochon est situé près de la limite nordique du chêne rouge. La faible qualité des glands de cette provenance peut entraîner des conséquences importantes sur la capacité de migration et d'adaptation de cette population aux changements climatiques. Un taux de survie plus faible des glands de chêne en marge de l'aire de distribution pourrait expliquer sa distribution géographique actuelle en plus de limiter son potentiel de migration vers le nord avec le réchauffement du climat. Ceci constituerait des arguments importants pour adopter une approche de migration assistée pour cette espèce, soit un mouvement intentionnel des semences provenant de populations situées plus au sud, vers les régions plus au nord.

3.4. SUIVI DE LA REGENERATION

Compte tenu de la faible hauteur des plants en août 2022, quelques plants n'ont peut-être pas été détectés surtout pour ce qui est du bloc nord où la végétation compétitrice (majoritairement du framboisier) cachait plusieurs semis. Un second suivi en 2023 serait nécessaire. Ce suivi permettra aussi de documenter la survie et la croissance des différentes provenances après un hiver.

En termes d'objectif de production de chêne rouge, il y a en moyenne 13 chênes par trouée hors dispositif. Dans l'objectif d'avoir 5 chênes rouges à maturité, des suivis réguliers devront être réalisés pour dégager les chênes de la compétition et assurer leur survie et la croissance adéquate. En effet, il a été observé qu'il y avait déjà après une saison, une forte composante de framboisiers, surtout dans le bloc CPR-Nord. Il y a donc une possibilité de perdre les jeunes CHR s'ils sont écrasés sous les tiges de framboisier pendant l'hiver.

3.5. POURSUITE DE L'ITINERAIRE SYLVICOLE

En 2018, l'itinéraire suivant avait été proposé (Joanisse *et al.*, 2018). Bien que des différences aient été apportées par rapport aux types de coupes initiales, la poursuite de l'entretien des chênes ensemencés pourra suivre les mêmes étapes, débutant avec un dégagement hâtif dans quatre à sept ans.

Traitements	Coupe progressive d'ensemencement ou coupe progressive d'abris	Débroussaillement	Plantation	Coupe finale	Dégagement hâtif	Dégagement, taille et élagage	Dégagement (puits)	Éclaircie commerciale	Coupe d'ensemencement	Coupe finale
Années ou critères d'admissibilité	0	0-3	0-3	4-7 ans après PL ou 1-1,5 m de hauteur	4-7 ans	15-20	20-25	Min: 8-10 m^3/ha en sciage	75-125	4-7 ans après
Modalités	50% ouverture du couvert (lumière au sol)	Avec débroussailleuse ou circulation de la machine lorsque la compétion est faible Privilégier les bonnes années semencières	Plantation de 400 à 2500 plants/ha. Ensemensement de 2500 glands/ha tard à l'automne. La régénération naturelle est un complément pour gérer le risque.	Avec rétention de quelques rémanents	400 à 2500 tiges/ha	360 à 600 tiges/ha	360 à 600 tiges/ha	Référer aux nomogrammes de densité ou tableaux d'espacement moyen	50% ouverture du couvert	Avec rétention de quelques rémanents

4. RECOMMANDATIONS

Le travail nous a permis de dégager quelques recommandations pour le débroussaillage, l'ensemencement et la poursuite de l'itinéraire sylvicole.

4.1. DEBROUSSAILLAGE :

Dans le cadre du projet, le débroussaillage a été réalisé au printemps.

1- Dans un contexte idéal, un débroussaillage en juillet avant la phase d'aoutement devrait être envisagé.

4.2. ENSEMENCEMENT :

2- Il serait préférable de réaliser l'ensemencement de glands tard à l'automne ce qui permettrait aux glands de stratifier naturellement et être prêts tôt au printemps. Comme déjà démontré, notamment au secteur Denholm (Blouin *et al.*, 2018), les taux de germinations sont alors excellents et la prédation plus limitée.

3- La prédation des glands par la faune locale est un élément qui doit être considéré lors de telles initiatives et l'application de répulsifs devrait être envisagée. Plus d'études sont requises pour comprendre les interactions entre le milieu environnement, les populations animales et la prédation des glands et pour identifier les répulsifs les plus efficaces.

4- Compte tenu du taux de survie assez faible, il serait important d'envisager des ensemencements à plus forte densité (aux 1,5 – 2 m) afin de maintenir une meilleure distribution des semis à long terme.

4.3. POURSUITE DE L'ITINERAIRE SYLVICOLE

5- Pour maintenir les chênes rouges établis, il est recommandé de réaliser des suivis de façons régulières les premières années et de réaliser des travaux de dégagement dès que le besoin est identifié.

6- Il est recommandé de poursuivre la comparaison des effets sur la croissance et la survie entre les conditions sous couvert et les trouées

CONCLUSION

Ce projet a permis la mise en place d'un dispositif d'ensemencement de glands de chêne rouge de différentes provenances pour l'essai de la migration assistée comme envisagé en 2018. Le but était de tester les meilleures provenances dans un contexte de changements climatiques et de diversifier le territoire en introduisant une composante de chêne rouge dans les peuplements actuels, une espèce potentiellement appropriée au climat futur. Le projet actuel est un exemple ou un modèle de la méthode pour réaliser la migration assistée d'essences pour lesquelles on ne bénéficie pas encore de modèles de transfert.

Ce projet démontre qu'il y a d'importants enjeux dans la mise en œuvre de la migration assistée par ensemencement, dont l'approvisionnement en semences et l'entreposage des glands qui présente un défi majeur entrainant d'importance conséquences lors de l'implantation. De plus, on note les enjeux reliés à la prédation par les rongeurs et la compétition par les essences de sous-bois.

Néanmoins, ce projet a démontré qu'il était possible d'accroître la diversité par ensemencement de feuillus nobles, dans un contexte de migration assistée, après une saison. Entre autres, les objectifs d'implantation de chêne rouge dans des trouées et sous couvert ont été atteints. Des recommandations afin d'améliorer les futures initiatives sont formulées, dont celle de conduire l'ensemencement tard à l'automne plutôt qu'au printemps. De plus, il est suggéré de poursuivre l'itinéraire sylvicole établi en 2018 en évaluant la survie et la croissance des chênes rouges afin de réaliser des travaux de dégagement dès que requis. Enfin, ce dispositif expérimental fera l'objet d'un second suivi à l'été 2023 où il sera possible de comparer les taux de croissance entre les différentes provenances et les différents milieux, notamment entre les trouées et les parcelles sous-couvert. Ceci sera notamment important pour valider l'hypothèse comme quoi le chêne rouge pourrait mieux survivre sous un couvert protecteur lors des gels tardifs au printemps, notamment pour des provenances provenant de climats plus chauds.

RÉFÉRENCES

Blouin D., G. Lessard, F. Grenon et E. Boulfroy. 2018. Dispositif de CPE 1996 à Denholm — Suivi à l'âge de 18 ans, soit 5 ans après un dégagement à l'européenne visant à favoriser la régénération du chêne rouge. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2018-08 41 pages.

Corbin, J.D. et K, D. Holl. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. For. Ecol. Manage. 265 : 37-46

Joanisse. G, T.B. Splawinski et G. Lessard, 2022. Suivi 10 ans après ensemencement de chêne rouge dans des trouées et travaux de dégagement — secteur Caugnawana Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) Rapport 2022-23. 117 pages + 2 annexes.

Joanisse, G. et G. Lessard, 2018. Projet d'enrichissement du chêne rouge sur le TNO de Sault-au-Cochon. Fiche technique. CERFO. 2 p.

Lessard, G., D. Blouin, P. Bournival et E. Boulfroy, 2018. Régénération de chêne rouge dans une érablière de sommet. Suivi après 8 ans de la régénération après ensemencement, plantation et préparation de terrain (UAF 64-52, secteur Brazeau). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO). Rapport 2018-10. 52 pages.

Lessard, G., E. Boulfroy, G. Joanisse, F. Ferrer et D. Blouin 2018. Développement de stratégies sylvicoles pour la production de peuplements résilients et tolérants constitués de chêne rouge et de pin blanc. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. Rapport 2018-06. 97 pages.

Lessard, G., Joanisse, G et F. Ferrer, 2018. Proposition de projet d'enrichissement du chêne rouge sur le TNO de Sault-au-Cochon Offre de service. CERFO. 10 p.

Noland, T. L., A. E. Morneault, D. C. Dey, and D. Deugo. 2013. The effect of storage temperature and duration on northern red oak acorn viability and vigour. The Forestry Chronicle 89:769–776

MRC de La Côte-de-Beaupré, Service de l'aménagement du territoire. 2021 PLAN D'AMÉNAGEMENT FORESTIER INTÉGRÉ TACTIQUE. Période 2021-2028 Territoire non organisé (TNO) Sault-au-Cochon. Version 2021-03-25 .83 p.

Venne, J., 2021. Reboisement — Entretien d'une plantation. Article de vulgarisation, Agence des forêts privées de Lanaudière. Publié le 11 juin 2021. 2 p. https://afplanaudiere.org/reboisement-entretien-dune-plantation/

ANNEXE 1. PROTOCOLE D'IMPLANTATION DU DISPOSITIF

Projet CHR Sault-au-Cochon

Préparation des sacs

1. Identifier les provenances selon la nomenclature :

Code	Provenance
P1 :	Wendover
P4 :	Illinois
P2 :	Sault-au-Cochon
P3 :	Vermont
P5 :	Saint-Armand

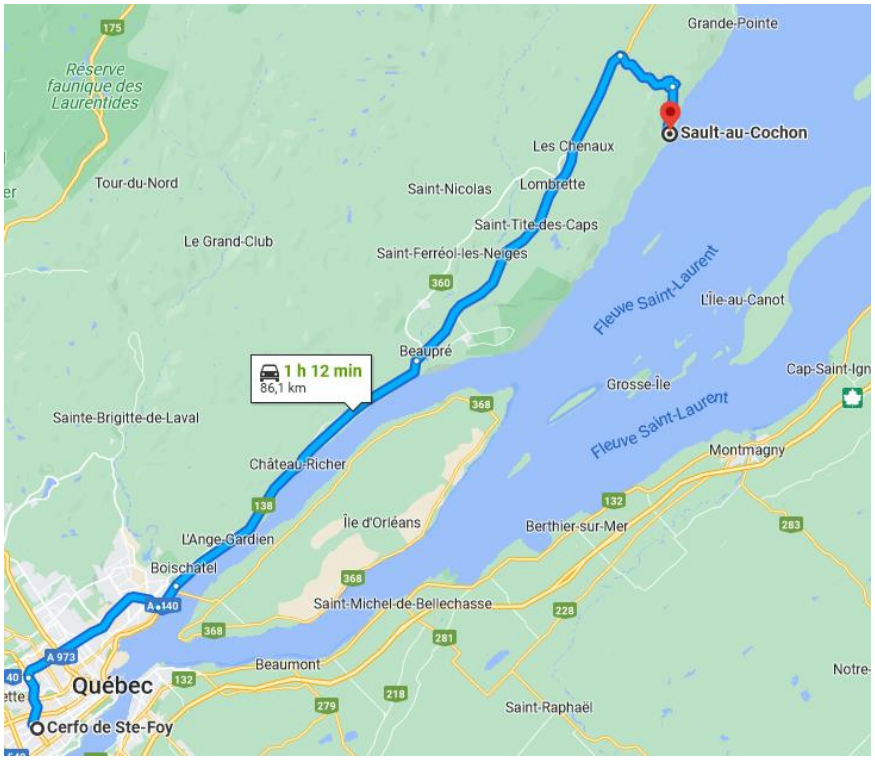
2. Prendre une provenance
3. Trier les glands 1) très germés ; 2) un peu germés/fendus et 3) non germés. Pour les glands non germés, réaliser un test de flottaison. Mettre dans un bac avec de l'eau. Mettre les glands. Brasser et jeter ceux qui flottent. Sortir les glands calés et conserver.
4. Il faut préparer des sacs pour chaque trouée et chaque sous-couvert associé. Voir tableau.
    a. Prendre un grand sac et inscrire dessus le code :
        i. Secteur : Nord/Sud : Txx : 3 de trouée ou Sxx : # de sous-couvert.
        ii. Indiquer si sac germé ou non.
        iii. Indiquer si surplus ou non

    b. Préparation des sacs individuels :
        i. Inscrire le code sur le sac : R1-R5 : rangée et P1-P1 : provenance. Vérifier si plus facile de tous préparer les sacs et ensuite écrire dessus.
        ii. Vérifier si sac avec glands germés (un peu germé) ou non. Mettre le bon type de glands. Mettre **10** glands par sac. Ajouter de la sphaigne dans le sac (protection/humidité). Refermer et mettre dans le grand sac.
        iii. Remettre dans la glaciaire
        iv. Cocher dans le tableau pour indiquer que le sac a été réalisé.
        v. Recommencer au prochain sac et ensuite à la prochaine provenance.
5. Remettre au frigo.

Protocole de terrain

Grandes étapes :

- **Déplacements** en véhicule depuis le CERFO jusqu'au site d'étude :
  Temps du CERFO à la zone : 1 h 15 (86.1 km)
  + Temps en véhicule jusqu'au site : **X**
  + Temps de marche jusqu'à la trouée : **X**
- **Hébergement** : https://aubergedusportif.com/



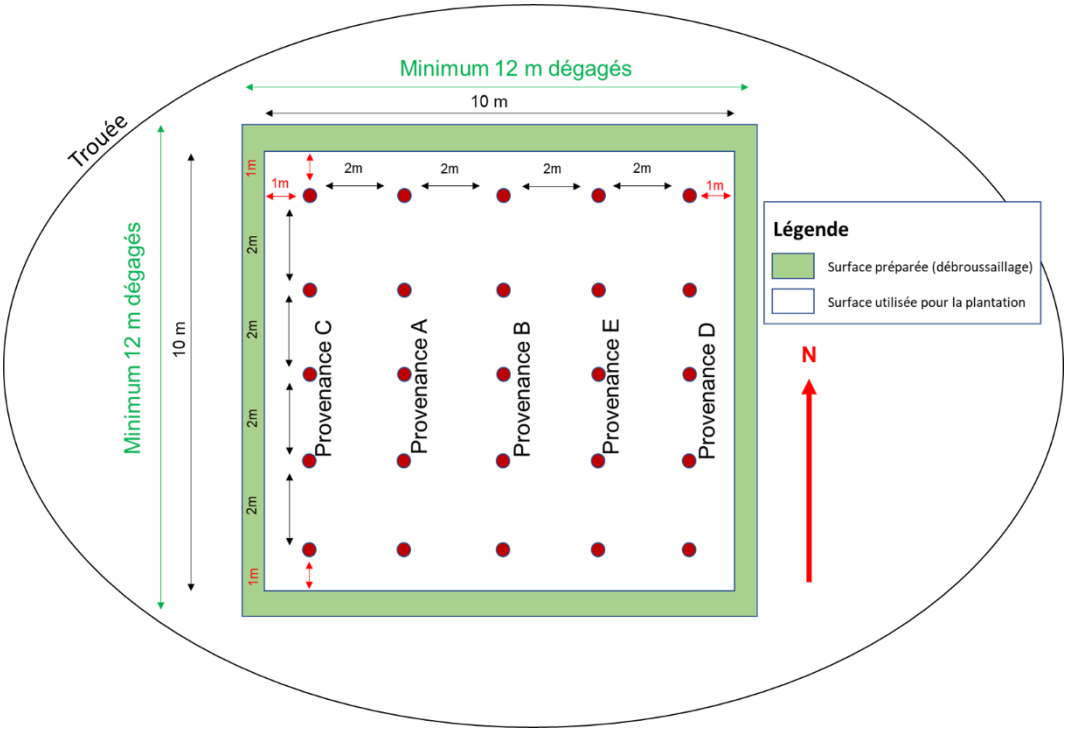
Repérage de la trouée :

- Au sein de la trouée, repérer la zone de sol dégagée (vert sur le schéma, d'au moins 12 à 13 m pour que la surface dégagée soit supérieure à l'UE)

Délimitation du carré de plantation :

- Établir un carré de 10 m x 10m à 2 personnes (blanc sur le schéma)

- Planter 1 tige tire-bouchon dans le coin gauche de la trouée (sud-ouest), en essayant au maximum de viser pour conserver le carré du dispositif le plus au centre possible de la trouée. La première tige tire-bouchon correspond à la première rangée (R1)
- Marcher 10 m à l'aide du galon à mesurer, en ligne droite, direction est, mettre une tige avec drapeau bleu.
- Compléter ainsi le carré (blanc sur le schéma). Ajouter une tige avec drapeau bleu à chaque 2 m au pourtour.



Plantation des glands (si germés, manipuler très délicatement!) :

- Sélectionner une première provenance : le fichier avec la randomisation des provenances est disponible dans le dossier sur le U. La première lettre correspond à la colonne de gauche.
- Se placer à minimum 1 m du bord du carré qui vient d'être délimité. Tendre le galon à mesurer jusqu'au bord opposé.
- Tous les 1 m, mettre le sol minéral à nu avec un petit râteau/pelle et gratter jusqu'à 2 à 3 cm de sol minéral.
- Placer le gland délicatement au fond du trou, horizontalement, germe vers le sol minéral.
- Recouvrir avec une fine couche de litière (**pas plus que 1 cm, sinon échec**)
- Passer à la ligne suivante en l'espacement de1 m est en changeant la provenance
- Identification : la tige tire-bouchon : indiquer sur étiquette la trouée, la rangée et provenance : EX : T25N-R1-P1
- Mettre du répulsif (fiche le camp de Safer's) sur le sol par-dessus le gland.

ANNEXE 2. SÉLECTION DES PROVENANCES POUR SAULT-AU-COCHON (SAC)

Nous avons besoin de 5 provenances :
3 provenances « spécifiques » à SAC

- 1 locale
- 1 axée sur la moyenne des prévisions clim à SAC pour 2011-2040
- 1 axée sur la moyenne des prévisions clim à SAC pour 2041-2070

2 provenances « universelles »

- 1 axée sur la moyenne des prévisions climatiques dans 5 communautés de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick (dont SAC) pour 2011-2040
- 1 axée sur moyenne des prévisions climatiques dans ces 5 communautés pour 2041-2070

Nous avons utilisé l'outil SeedWhere pour produire les cartes de correspondance climatiques pour SAC et pour les 4 autres communautés, puis nous avons fait la moyenne des rasters exportés ainsi que l'écart-type dans le but d'identifier les endroits avec forte concordance climatique (moyenne) et faible variabilité (écart-type) entre les scénarios. La moyenne a été faite entre six prévisions climatiques : les combinaisons de deux modèles climatiques (canESM2 et composite_ar5) et de trois scénarios (RCP2.6, 4.5, 8.5).

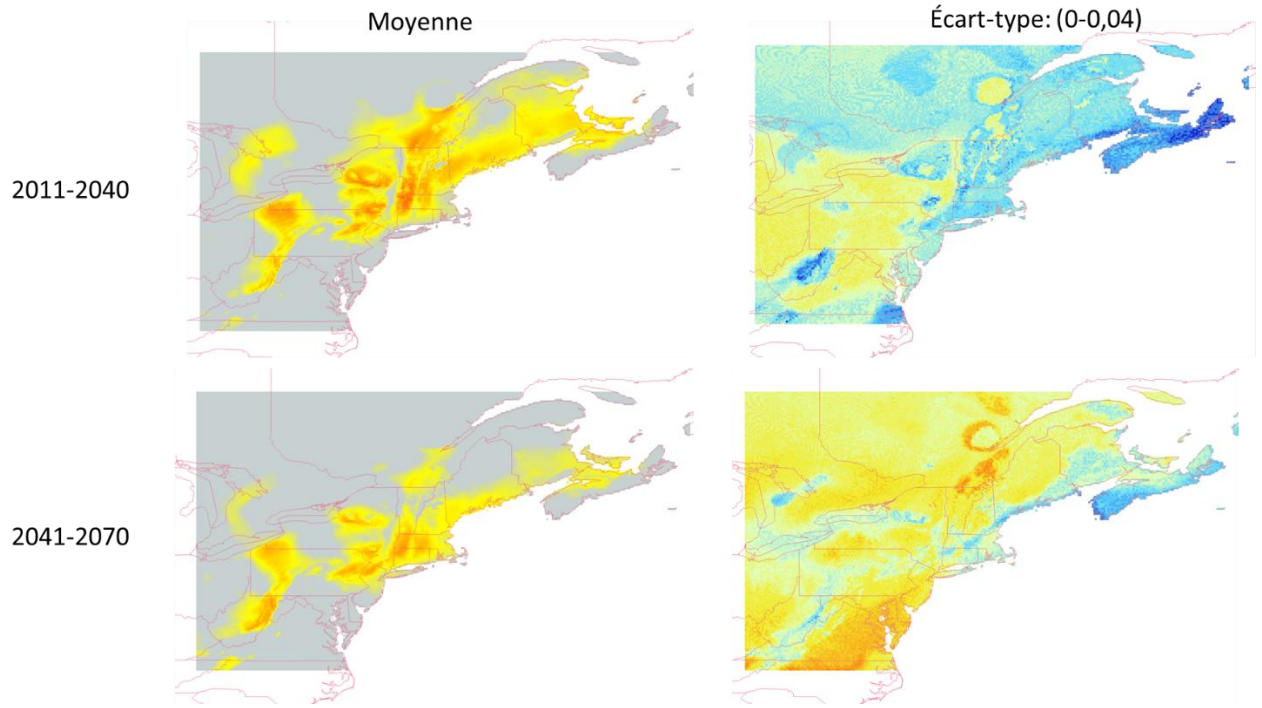


Figure 16 : Similarité climatique avec la localité de Sault-au-Cochon (-70.63, 47.23) pour deux périodes futures (2011-2040 et 2041-2070). Pour la moyenne, les zones rouges correspondent aux localités de match climatique (zones où s'approvisionner en semences). Pour l'écart-type, les zones en bleu indiquent les endroits où il y a peu de variabilité entre les différents modèles/scénarios (endroits où les modèles/scénarios sont unanimes).

Le même exercice a été réalisé pour cinq communautés, de l'Ontario jusqu'au Nouveau-Brunswick, intéressées par le Chêne rouge, afin d'obtenir ces cartes des moyennes et d'écart-type de similarité du climat. Par la suite, la moyenne et l'écart-type des 5 communautés ont été faits et sont présentés à la Figure 17.

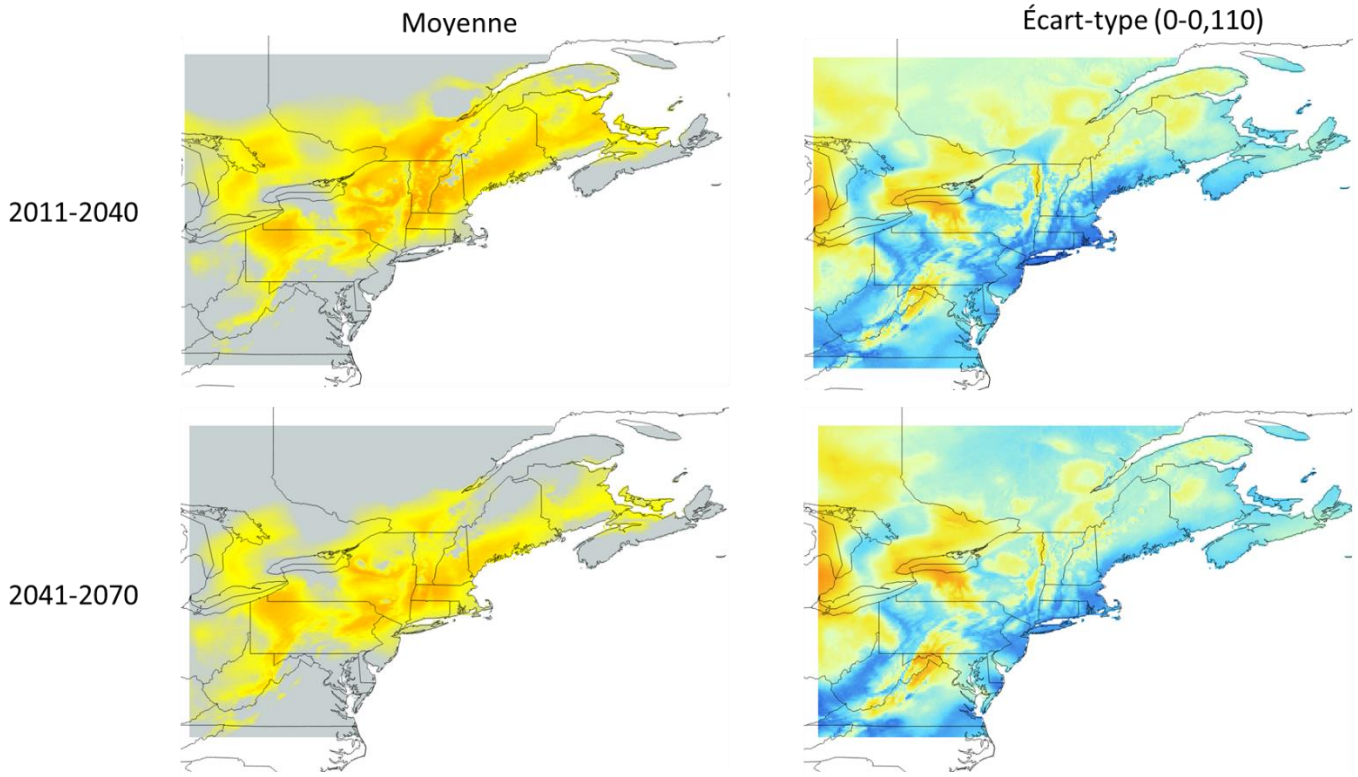


Figure 17 : Similarité climatique avec les 5 communautés visées pour deux périodes futures (2011-2040 et 2041-2070).

Pour les provenances des États-Unis, les États du Kentucky et du Connecticut ont été identifiés comme régions idéales, toutefois il n'a pas été possible d'obtenir de semences de ces états auprès des fournisseurs consultés. La figure 3 présente la sélection finale des provenances étudiées dans ce projet :

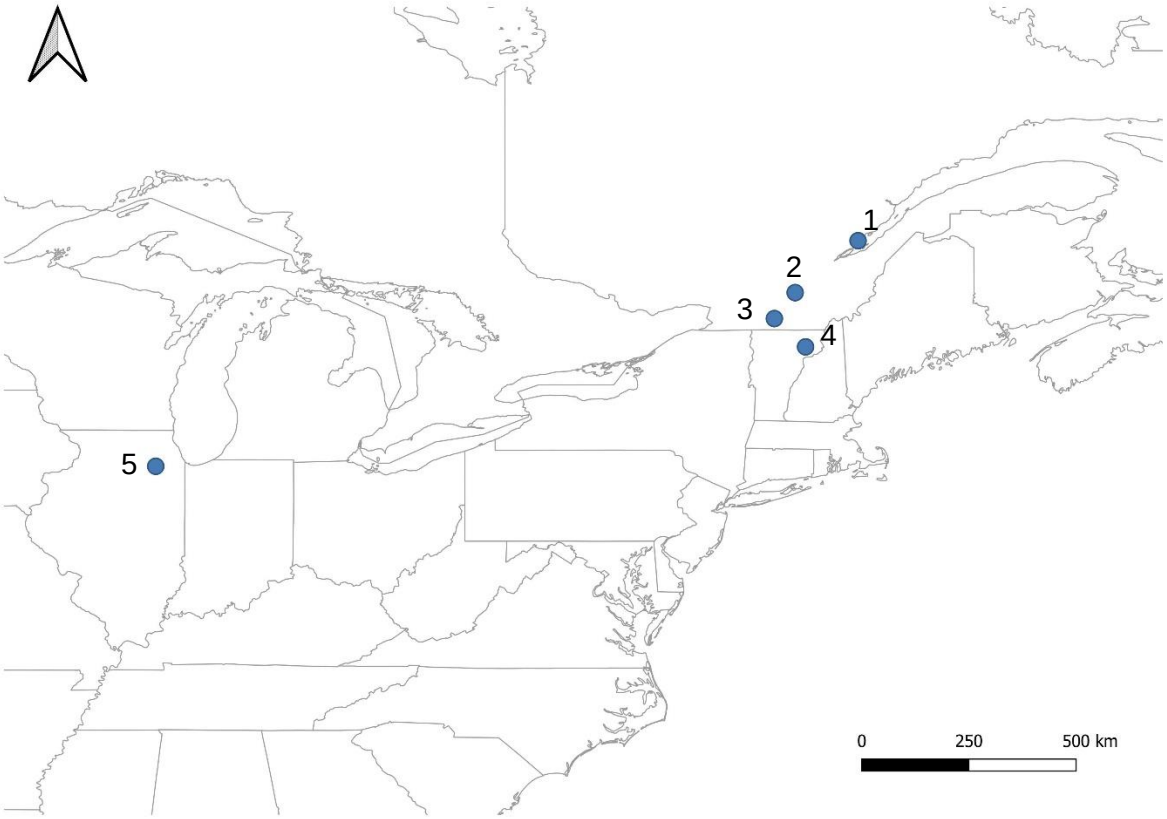


Figure 18 : Localisation finale des provenances sélectionnées : 1) Source locale de Sault-au-Cochon, 2) Wendover, 3) Baie Missisquoi, 4) Vermont (É-Us), 5) Illinois (É-Us).

ANNEXE 3. PROTOCOLE INVENTAIRE DE SUIVI DE GERMINATION

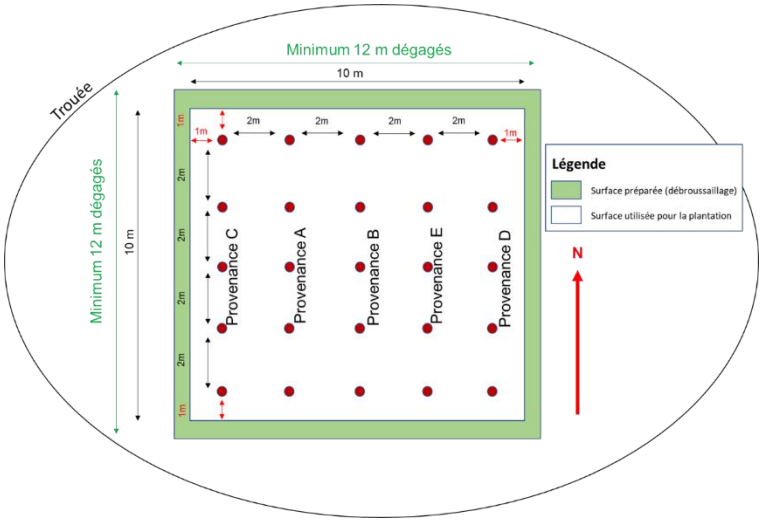
Suivi de germination 24-25 août 2022

Matériel :
– ruban bleu
– étiquettes inscriptibles
– tiges métalliques et flags et marqueur permanent
– Baguette de 1,69 m

1. **Inventaire dans les dispositifs (trouées et sous-couvert)**

Rappel des codes de provenances :

Code	Provenance
P1 :	Wendover
P4 :	Illinois
P2 :	Sault-au-Cochon
P3 :	Vermont
P5 :	Saint-Armand

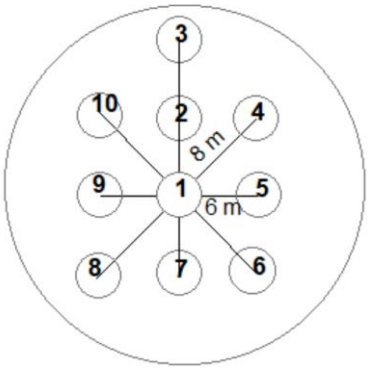


a. Arrivé dans le dispositif (trouées ou sous-couvert).
b. Prendre le formulaire. Vérifier le numéro inscrit sur l'étiquette métallique. Si la provenance inscrite est la même que sur la feuille, faire une barre dans la demi-case. Si elle diffère, inscrire le numéro. Normalement, les rangées sont en ordre (R1-R5).
c. Marcher le long de la rangée et dénombrer tous les chênes germés et vivants. Pour les provenances P1-3-4-5, il y a eu 10 glands de semés. Pour P2, 5 glands normalement de semé. **Faire attention pour ne pas écraser les semis de chêne**.
d. Remarque : indiquer si des signes de prédation sont présents ou tout autre commentaire.
e. Prendre beaucoup de photos!
f. Il y a un total de 45 trouées et 45 sous-couverts à mesurer.
g. Si la localisation terrain est loin du point GPS, prendre un nouveau point.

2. **Inventaire dans les autres trouées :**

Liste des trouées hors dispositif

a) Choisir quelques trouées hors dispositif
b) Arriver dans la trouée, positionner les centres des mpe tels qu'illustrés sur la figure suivante. Inscrire les # sur les drapeaux.
c) Une distance de 6 m centre à centre est visée entre les mpe sur les axes n-s-e-o. pour les mpe 4-6-8 et 10, le centre se trouve à 8 m de la mpe 1.
d) Les mpe doivent rester dans la trouée et au moins 2 m de la bordure de la trouée. Les mpe peuvent être déplacées pour entrer dans la trouée. Noter sur le formulaire.
e) Dénombrer tous les semis de CHR retrouvés dans la mpe. Noter toute remarque pertinente.



ANNEXE 4. PRESCRIPTION DE DÉBROUSSAILLAGE

DIAGNOSTIC SYLVICOLE

Constats et analyse de la situation

Constat cartographique (voir carte)

Description cartographique classement	Trouées : ERS Composition : Sud : ESES ; Nord : ERBJ Types écologiques : SUD : FE30-32 ; Nord : MS12-FE32 Âges : 2 ans ou IRR Densité du couvert hors trouée : 50-70 % Hauteurs : 18-20 m
Présence de contraintes :	Peu de contraintes terrain, quelques drainages 40
Potentiel forestier	Selon les types écologiques : moyen à bon
Superficies	Total 5,4 ha Bloc nord : 3,689 ha (3.125 ha en 75 trouées et 0,564 ha en 29 unités sous-couvert) Bloc sud : 1,766 ha (1.26 ha en 29 trouées et 0,506 ha en 26 unités sous-couvert) 104 trouées et 1,1 ha en unités sous-couvert

Constat dendrométrique (N = 43 PE) voir l'annexe pour les détails

Surface terrière totale, volume et ti/ha	Peuplement hors trouée G= V= N=
Qualité/vigueur totale	Non disponible
Distribution de la qualité/vigueur	Non disponible
Composition et distribution essences	
DHP Q moyen	n. a.
Structure	Irrégulière et trouées,
Perches (10-14)	On peut retrouver quelques grosses gaules et perches à anneler.
Régénération	Dans les 104 parcelles à être ensemencées, la majorité de la régénération déjà établie est constituée d'essences non désirées telles que l'érable à épis, l'érable rouge et le cerisier de Pennsylvanie, et, à l'occasion, même de saule et d'aulne. L'érable à sucre est aussi très présent.
Aptitude croissance	Bonne
Peuplement cible	Production d'une érablière à érable à sucre et bouleau jaune avec groupes de chêne rouge
Remarques	

Problèmes à résoudre

Problèmes			
Y a-t-il des urgences?	☐	Problème de qualité des feuillus sur pied	☐
Maturité	☐	Problème de vigueur	☐
Besoin d'assainissement	☐	Problème de croissance (suranné)	☐
Besoin de diminuer la densité	☐	Problème de structure (préciser)	☐
Besoin de régénérer	☐	Problème d'oppression de la régénération établie	☐
Problème de rentabilité de l'opération	☐	Problème de compétition	■
Difficulté d'opération pour ne pas détruire la régénération.	☐		

Solutions possibles

Solutions possibles	Retenue(s)
1) Ne pas intervenir, attendre _____	☐
8) Protéger les perches	☐
9) Protection et espacement des tiges sous couvert	☐
10) Protéger la régénération sous couvert	☐
11) Installer la régénération sous couvert	☐
12) Compléter la régénération sous couvert	☐
13) Installer la régénération dans les trouées	☐
14) Dégagement sous couvert	☐
15) Réaliser une préparation de terrain (mélange de minéral et organique	☐
16) Enlever la compétition mécaniquement dans les trouées	■
17) Enlever la compétition mécaniquement dans les unités sous couvert	■

Justification de la solution retenue et du refus des autres

Justification de la solution retenue et du refus des autres

Ne pas intervenir ne permettrait pas d'installer la régénération désirée pour la migration assistée Enlever la compétition mécaniquement a démontré dans au moins trois travaux de recherche de très bons résultats pour l'installation de chêne rouge (ensemencé ou non). Le chêne rouge n'aurait pas besoin de mélange de sols minéral et organique. Le fait d'avoir deux poussées de croissance, dont une, très tôt dans l'été, avant la compétition lui confère un avantage momentané. Les coûts de préparation de terrain sont moindres que l'emploi d'un peigne ou autre moyens et l'accessibilité est plus simple. Dans les trouées, les tiges de 12-18 cm (perches) sont éliminées pour ne pas entraver l'installation de la régénération.

PRESCRIPTION SYLVICOLE

Appellation du traitement :

Le traitement correspondant à la solution est un débroussaillement mécanique

Volumes récoltés moyens anticipés :

Aucun

Modalités d'interventions

Procédé de récolte : Débroussailleuse
Disposition des tiges abattues : sur le terrain, sur place
Période de récolte : Printemps hâtif (travaux terminés pour le 10 juin 2022)
Superficie et localisation (voir carte en annexe et shape fournies) :

- Bloc nord : 3.689 ha (3.125 ha en 75 trouées et 0.564 ha en 29 unités sous-couvert)
- Bloc sud : 1.766 ha (1.26 ha en 29 trouées et 0.506 ha en 26 unités sous-couvert)
- Le pourtour des trouées et les sous-couverts sont délimités par des rubans sur le terrain.

Directives de débroussaillage (tiges à couper) :

- Dans les trouées (dimension moyenne de 400 m^2) :
  - Toute la végétation arbustive et les arbres >= 20 cm de haut à 12 cm de DHP
  - Couper ou anneler les tiges dans la trouée (plus de 2.0 m de la bordure) de 12-18 cm
- Sous-couvert (dimension moyenne de 12 m X 12 m)
  - Toute la végétation arbustive et les arbres >= 25 cm de haut à 12 cm de DHP

SUIVI OPÉRATIONNEL (Critères et indicateurs)

Afin de vérifier la conformité du traitement : les critères et indicateurs suivants sont vérifiés.

- Tiges de 10 cm et moins de DHP (dans les trouées et dans les unités sous-couvert
  - Aucune tige résiduelle
  - Maximum de hauteur de souche : 20 cm
- Tiges de 12 cm à 18 cm de DHP (dans les trouées seulement)
  - Toutes les tiges doivent être annelées ou coupées

SUIVI SYLVICOLE

Surveiller : La reprise de la compétition
Quand : Après coupe et à la fin de l'été

ATTESTATION ET SIGNATURES

La prescription sylvicole est placée sous la responsabilité de

Guy Lessard, ing.f, M. Sc., Permis : 87023 Date : 30 mars 2022

A également contribué à la prescription : Gilles Joanisse, biol. Ph. D.

ANNEXE 5. PRESCRIPTION D'ENSEMENCEMENT

DIAGNOSTIC SYLVICOLE

Constats et analyse de la situation

Constat cartographique (voir carte) : voir annexe 5

Problèmes à résoudre

Problèmes			
Y a-t-il des urgences?	☐	Problème de qualité des feuillus sur pied	☐
Maturité	☐	Problème de vigueur	☐
Besoin d'assainissement	☐	Problème de croissance (suranné)	☐
Besoin de diminuer la densité	☐	Problème de structure (préciser)	☐
Besoin de régénérer CHR	■	Problème d'oppression de la régénération établie	☐
Problème de rentabilité de l'opération	☐	Problème de compétition	■
Difficulté d'opération pour ne pas détruire la régénération.	☐		

Solutions possibles

Solutions possibles	Retenue(s)
1) Ne pas intervenir, attendre _____	☐
8) Protéger les perches	☐
9) Protection et espacement des tiges sont couverts	☐
10) Protéger la régénération sous couvert	☐
11) Installer la régénération sous couvert	■
12) Compléter la régénération sous couvert	☐
13) Installer la régénération dans les trouées	■
14) Dégagement sous couvert	☐
15) Réaliser une préparation de terrain (mélange de minéral et organique	☐
16) Enlever la compétition mécaniquement dans les trouées	☐
17) Enlever la compétition mécaniquement dans les unités sous couvert	☐
18) Utiliser des plants	☐
19) Utiliser des glands	■

Justification de la solution retenue et du refus des autres

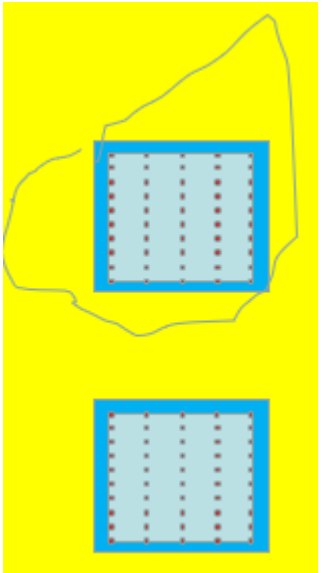
Justification de la solution retenue et du refus des autres

Étant donné l'objectif de procéder à la migration assistée, le fait que l'approche de nucléation est amorcée par l'installation de trouées et que la préparation de terrain par débroussaillement sera exécutée, l'installation d'une régénération artificielle de CHR est retenue pour les trouées conservées (et préparées) et pour les unités sous-couverts. Quelques études démontrent une performance équivalente des glands et des plants (dont l'une après 10 ans) ; les frais de production, de transport et de conservation sont ainsi évités sans compter les retards.
Pour l'approvisionnement en glands, voir annexe 2.

PRESCRIPTION SYLVICOLE

Appellation du traitement :

Le traitement correspondant à la solution est un ensemencement manuel.



Volumes récoltés moyens anticipés :

Aucun

Modalités d'interventions

Période de récolte : Printemps hâtif (dès qu'une partie du débroussaillement total est fait)

Début juin 2022

Superficie et localisation (voir carte en annexe et shape fournies) :

- Bloc nord : 3.689 ha (3.125 ha en 75 trouées et 0.564 ha en 29 unités sous-couvert)
- Bloc sud : 1.766 ha (1.26 ha en 29 trouées et 0.506 ha en 26 unités sous-couvert)
- Le pourtour des trouées et les sous-couverts sont délimités par des rubans sur le terrain.

Directives d'ensemencement :

- 14900 glands de chêne récoltés ou achetés à l'automne 2021.
  - 1100 glands par provenance pour un total de 5500 glands, pour les parcelles expérimentales
  - 9400 glands pour le reste de la superficie des trouées (portion opérationnelle).
  - 1 rangée par provenance, choix aléatoire
  - 10 glands par rangée
- Dispositif expérimental (voir schéma)
  - Les carrés expérimentaux
    - Placés au centre des trouées et sous-couvert (jumelage)
    - Orientés N/S
    - Dimension (14 m X 14m=196 m^2) zone tampon de 2m autour
  - Ensemencement aussi autour des carrés expérimentaux
  - Tout est débroussaillé pour les trouées et les unités sous-couvert

- Dans les trouées, à l'intérieur du carré expérimental
  - Chaque rang est une provenance, déterminée aléatoirement au préalable (voir schéma)
  - Entre les rangées : 2 m ; entre les glands d'une rangée : 1 m
  - 50 glands
- Dans les trouées, à l'extérieur du carré expérimental (3 m X 3m)
- Dans les unités sous-couvert
  - Idem que dans le carré expérimental des trouées
- Profondeur d'ensemencement avec bâton : 2 cm
- Recouvrir de 1 cm de terre max (coup de pied)

SUIVI OPÉRATIONNEL (Critères et indicateurs)

Afin de vérifier la conformité du traitement : les critères et indicateurs suivants sont vérifiés.

- Provenances au bon endroit
- Espacements respectés entre les glands (après germination) selon l'endroit (carrés et hors carrés)

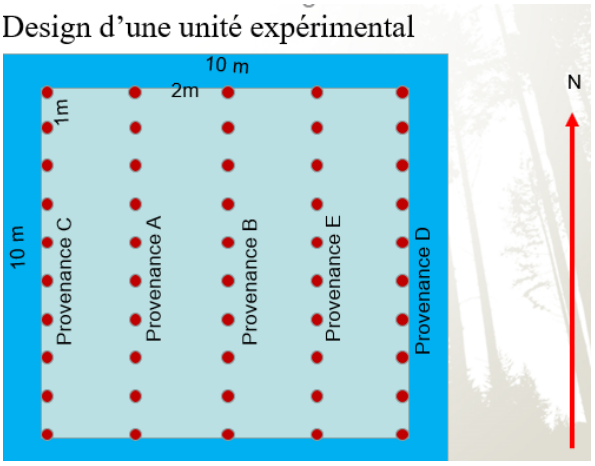
Mesures d'atténuation

Aucune mesure d'atténuation particulière

SUIVI SYLVICOLE

Surveiller :
L'évolution des semis après coupe, leur maintien, le besoin ou non d'éclaircie

Quand :
2-3 ans plus tard : évaluation de la compétition pour réaliser un dégagement
7-10 ans plus tard : évaluation de la compétition pour réaliser un dégagement et une taille de formation



ATTESTATION ET SIGNATURES

La prescription sylvicole est placée sous la responsabilité de
Guy Lessard, ing.f, M. Sc. Permis : 87023 Date : 30 mars 2022

Ont également contribué à la prescription
Gilles Joanisse, biol. Ph. D.,
Samuel Royer-Tardif, biol. Ph. D.

Moyenne du nombre de chênes rouges mesurés par provenance pour a) les trouées et b) les parcelles sous-couvert.

			Provenance																								
a) Trouées			**1**					**2**					**3**					**4**					**5**				
secteur	**type-orien**	**N**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**
CPR-NORD	FE32_NO	11	1.9	2.3	0	8	3	0.7	1.2	0	4	6	1.2	1.3	0	4	4	1.5	1.3	0	4	3	1.1	1.2	0	3	5
	MS12_NO	10	2.0	1.3	0	4	1	0.1	0.3	0	1	9	1.5	2.3	0	6	6	1.2	1.0	0	3	2	1.3	1.4	0	4	4
Total		**21**	**2.0**	**1.9**	**0**	**8**	**4**	**0.4**	**0.9**	**0**	**4**	**15**	**1.3**	**1.8**	**0**	**6**	**10**	**1.3**	**1.2**	**0**	**4**	**5**	**1.2**	**1.3**	**0**	**4**	**9**
CJT-SUD	FE30_SE	11	1.5	1.5	0	5	3	0.3	0.5	0	1	8	1.3	1.3	0	3	4	1.0	1.1	0	3	5	0.9	1.3	0	4	6
	FE32_SE	12	1.6	1.3	0	5	1	0.5	1.2	0	4	9	1.8	2.6	0	8	5	1.1	1.4	0	5	5	1.8	1.4	0	4	3
Total		**23**	**1.5**	**1.4**	**0**	**5**	**4**	**0.4**	**0.9**	**0**	**4**	**17**	**1.6**	**2.0**	**0**	**8**	**9**	**1.0**	**1.3**	**0**	**5**	**10**	**1.4**	**1.4**	**0**	**4**	**9**
Grand total		**44**	**1.7**	**1.6**	**0**	**8**	**8**	**0.4**	**0.9**	**0**	**4**	**32**	**1.5**	**1.9**	**0**	**8**	**19**	**1.2**	**1.2**	**0**	**5**	**15**	**1.3**	**1.3**	**0**	**4**	**18**

b)sous-couvert			Provenance																								
			1					**2**					**3**					**4**					**5**				
secteur	**type-orien**	**N**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**
CPR-NORD	FE32_NO	11	3.1	2.4	0	7	2	0.5	0.8	0	2	8	2.3	2.0	0	7	1	2.4	2.1	0	7	1	1.4	1.2	0	3	4
	MS12_NO	11	2.1	1.4	0	4	1	0.1	0.3	0	1	10	1.5	1.2	0	4	2	1.0	1.2	0	4	4	1.0	1.3	0	4	5
Total		**22**	**2.6**	**2.0**	**0**	**7**	**3**	**0.3**	**0.6**	**0**	**2**	**18**	**1.9**	**1.6**	**0**	**7**	**3**	**1.7**	**1.8**	**0**	**7**	**5**	**1.2**	**1.3**	**0**	**4**	9
CJT-SUD	FE30_SE	11	2.0	1.5	0	5	1	0.4	0.8	0	2	9	1.4	1.7	0	5	5	0.8	1.0	0	3	5	1.4	1.1	0	4	2
	FE32_SE	12	2.1	2.5	0	6	5	0.3	0.5	0	1	8	1.8	1.8	0	4	4	1.5	2.2	0	6	7	0.9	0.9	0	2	5
Total		**23**	**2.0**	**2.0**	**0**	**6**	**6**	**0.3**	**0.6**	**0**	**2**	**17**	**1.6**	**1.7**	**0**	**5**	**9**	**1.2**	**1.7**	**0**	**6**	**12**	**1.1**	**1.0**	**0**	**4**	7
Grand total		**45**	**2.3**	**2.0**	**0**	**7**	**9**	**0.3**	**0.6**	**0**	**2**	**35**	**1.7**	**1.7**	**0**	**7**	**12**	**1.4**	**1.8**	**0**	**7**	**17**	**1.2**	**1.1**	**0**	**4**	16

Moyenne du taux de survie de chêne rouge mesuré par provenance pour a) les trouées et b) les parcelles sous-couvert.

a) Trouées			Provenance																								
			1					2					3					4					5				
secteur	**type-orien**	**N**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**
CPR-NORD	FE32_NO	11	19%	23%	0%	80%	3	15%	24%	0%	80%	6	12%	13%	0%	40%	1.2	15%	13%	0%	40%	1.2	11%	12%	0%	30%	5
	MS12_NO	10	20%	13%	0%	40%	1	2%	6%	0%	20%	9	15%	23%	0%	60%	6	12%	10%	0%	30%	2	13%	14%	0%	40%	4
Total		**21**	20%	19%	0%	80%	**4**	9%	19%	0%	80%	**15**	13%	18%	0%	60%	**10**	13%	12%	0%	40%	**5**	12%	13%	0%	40%	**9**
CJT-SUD	FE30_SE	11	15%	15%	0%	50%	3	5%	9%	0%	20%	8	13%	13%	0%	30%	4	10%	11%	0%	30%	5	9%	13%	0%	40%	6
	FE32_SE	12	16%	13%	0%	50%	1	10%	23%	0%	80%	9	18%	26%	0%	80%	5	11%	14%	0%	50%	5	18%	14%	0%	40%	3
Total		**23**	15%	14%	0%	50%	**4**	8%	18%	0%	80%	**17**	16%	20%	0%	80%	**9**	10%	13%	0%	50%	**10**	14%	14%	0%	40%	**9**
Grand total		**44**	17%	16%	0%	80%	**8**	8%	18%	0%	80%	**32**	15%	19%	0%	80%	**19**	12%	12%	0%	50%	**15**	13%	13%	0%	40%	**18**

b)sous-couvert			Provenance																								
			1					2					3					4					5				
secteur	**type-orien**	**N**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**	**Moy**	**ET**	**Min**	**Max**	**Nb- 0**
CPR-NORD	FE32_NO	11	31%	24%	0%	70%	2	9%	16%	0%	40%	8	23%	20%	0%	70%	1	24%	21%	0%	70%	1	14%	12%	0%	30%	4
	MS12_NO	11	21%	14%	0%	40%	1	2%	6%	0%	20%	10	15%	12%	0%	40%	2	10%	12%	0%	40%	4	10%	13%	0%	40%	5
Total		**22**	26%	20%	0%	70%	**3**	5%	13%	0%	40%	**18**	19%	16%	0%	70%	**3**	17%	18%	0%	70%	**5**	12%	13%	0%	40%	9
CJT-SUD	FE30_SE	11	20%	15%	0%	50%	1	7%	16%	0%	40%	9	14%	17%	0%	50%	5	8%	10%	0%	30%	5	14%	11%	0%	40%	2
	FE32_SE	12	21%	25%	0%	60%	5	7%	10%	0%	20%	8	18%	18%	0%	40%	4	15%	22%	0%	60%	7	9%	9%	0%	20%	5
Total		**23**	20%	20%	0%	60%	**6**	7%	13%	0%	40%	**17**	16%	17%	0%	50%	**9**	12%	17%	0%	60%	**12**	11%	10%	0%	40%	7
Grand total		**45**	23%	20%	0%	70%	**9**	6%	13%	0%	40%	**35**	17%	17%	0%	70%	**12**	14%	18%	0%	70%	**17**	12%	11%	0%	40%	16