

ESSAI

**Caractérisation des productions de noisetiers hybrides nordiques sur un site du
sud du Québec**

Travail présenté par :
Vincent Hamann-Benoit (111 149 598)

À
Monsieur Alain Olivier (conseiller de recherche)

Dans le cadre de la
Maîtrise professionnelle en agroforesterie

Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique
Université Laval



Décembre 2020

Table des matières

Résumé	6
1. Introduction	6
1.1 Description du problème	6
1.1.1 Les arbres à noix au Québec	6
1.1.2 Les noisetiers au Québec	7
1.2 Revue de littérature.....	8
1.2.1 Le genre <i>Corylus</i>	8
1.2.2 Les différentes espèces	8
1.2.3 Les efforts de sélection	9
1.2.4 Le manque de données locales.....	11
1.3 Hypothèses et objectifs.....	12
1.3.1 Hypothèse	12
1.3.2 Objectif général.....	12
1.3.3 Objectifs spécifiques.....	12
1.4 Définitions	13
2. Site de recherche.....	14
2.1 Ferme « Au nom de la noix ».....	14
2.2 Description générale du site	14
2.3 Les noisetiers	16
2.3.1 Inventaire	16
2.3.2 Régie de culture des noisetiers.....	18
2.3.3 Production de noisettes	19
2.3.4 Prédation des noisettes.....	19
2.3.5 Système d'identification	20
2.3.6 Noisetiers prometteurs	20
3. Méthodologie.....	21
3.1 Choix des caractéristiques à étudier.....	21
3.2 Identification des individus et échantillonnage	23
3.2.1 Cultivars.....	23
3.2.2 Semis prometteurs.....	24
3.3 Évaluation de la prédation	26
3.3.1 Dénombrement comparatif des noisettes	26
3.3.2 Estimation du nombre de fragments de coques	27
3.4 Estimation des rendements.....	28
3.4.1 Récolte	28
3.4.2 Séchage et séparation des involucre	29
3.4.3 Mesure du rendement par arbuste.....	31
3.5 Caractérisation de la qualité des noisettes	31
3.5.1 Poids moyen des noisettes entières	31
3.5.2 Poids moyen des amandes	32
3.5.3 Taux de remplissage	32
3.5.4 Sphéricité	32
3.5.5 Épaisseur moyenne de la coque	33
3.5.6 Pourcentage de défauts	33
3.5.7 Test gustatif	34
3.6 Caractérisation des traits morphologiques, de la vigueur et de la résistance à la brûlure orientale	35

3.6.1 Traits morphologiques	35
3.6.2 Vigueur	36
3.6.3 Sensibilité à la brûlure orientale	36
3.7 Contribution à l'identification de noisetiers prometteurs	38
4. Résultats	39
4.1 Cultivars.....	39
4.1.1 Rendement	39
4.1.2 Qualité.....	39
4.1.3 Morphologie, vigueur et résistance à la brûlure orientale.....	40
4.2 Semis prometteurs.....	41
4.3 Fiches techniques.....	43
4.3.1 Groupe 1 : marcottage prioritaire	45
Noisetier A.....	45
Noisetier G.....	46
Noisetier I	47
Noisetier J.....	48
Noisetier N.....	49
Noisetier W.....	50
4.3.2 Groupe 2 : suivi prioritaire	51
Noisetier B.....	51
Noisetier T	52
Noisetier X.....	53
Noisetier Y.....	54
4.3.3 Groupe 3 : cultivars commerciaux	55
'Aldara'	55
'Andrew'	56
5. Analyse et discussion	57
5.1 Cultivars.....	57
5.1.1 Rendement	57
5.1.2 Qualité.....	61
5.1.3 Brûlure orientale du noisetier	64
5.2 Semis prometteurs.....	64
5.2.1 Sélection multifactorielle.....	64
5.2.2 Rendement	65
5.2.3 Qualité.....	69
5.2.4 Date de récolte	70
5.3 Quelles mesures de rendement?.....	72
5.3.1 Rendement par arbuste, par surface et par volume de cime.....	72
5.3.2 Rendement en noisettes entières ou en amandes	74
5.4 Rentabilité.....	75
5.5 Recommandations.....	76
5.5.1 Propriétaires de la ferme « Au nom de la noix »	76
5.5.2 Institutionnelles.....	77
5.5.3 Thématiques de recherche en lien avec l'agroforesterie et l'agroécologie	79
6. Conclusion.....	80
7. Remerciements.....	81
8. Références	81
9. Annexe	86

Liste des figures

Figure 1. Emplacement du site de recherche.....	14
Figure 2. Vue d'ensemble de la ferme.....	15
Figure 3. Vue aérienne du site datant du 2 juin 2018.....	16
Figure 4. Plan des rangées et disposition des principales sélections de cultivars et semis de noisetiers, représentées par les symboles verts.....	17
Figure 5. Noisetiers du Wisconsin (rangée 4), le 11 septembre 2017.....	18
Figure 6. Chancre noirâtre repérés sur une tige morte, un symptôme indiquant la présence de la brûlure orientale sur le site.....	19
Figure 7. Le propriétaire, Pierre Boucher, se tenant à côté des noisetiers du Wisconsin.....	20
Figure 8. Emplacement des individus échantillonnés pour les cultivars 'Aldara' et 'Andrew'.....	24
Figure 9. Emplacement des 26 semis prometteurs retenus pour l'étude.....	26
Figure 10. Fragments de coques vides laissés au pied du noisetier 'Aldara' (R9-172) par les prédateurs de noisettes.....	28
Figure 11. Séparation des noisettes et des involucre dans un sceau de plastique.....	30
Figure 12. Séchage des noisettes en deux étapes.....	31
Figure 13. Exemples d'amandes fortement sphérique (92 %) et ovale (65 %).	33
Figure 14. Exemples de défauts observés sur les amandes et noisettes dans le cadre de l'étude...34	
Figure 15. Schéma représentant le calcul du volume de cime.....	35
Figure 16. La présence de chancres tels que ceux illustrés sur cette image sur la majorité des rameaux d'un noisetier équivaut à une cote de 5 sur l'échelle Leadbetter et al. (2016).	36
Figure 17. Schémas représentant les huit types de ports ayant été identifiés parmi les noisetiers du site.....	37
Figure 18. Exemples d'amandes extrêmement fibreuses, provenant du noisetier M.	38
Figure 19. Rendement moyen par arbuste pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) (n = 8), 'Aldara' (4 ans) (n = 10) et 'Andrew' (6 ans) (n = 16).....	39
Figure 20. Rendement en amandes par arbuste et calibre moyen de l'amande pour les 10 semis les plus prometteurs du site (5 à 8 % d'humidité).....	43
Figure 21. Rendements moyens et maximaux pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans), comparés aux données préliminaires fournies par la pépinière Grimo.	57
Figure 22. Direction des vents dominants sur le site de la ferme « Au nom de la noix » (S-O)	58
Figure 23. Exemple de plan de verger recommandé pour le sud de l'Ontario afin d'assurer une pollinisation et une récolte optimales. Source : Grimo (2018).	59
Figure 24. Rendements en noisettes entières des noisetiers 'Andrew' (6 ans) compris dans l'échantillon (en bleu), mis en contraste avec ceux de deux noisetiers 'Andrew' (6 ans) exceptionnels (en rouge), hors échantillon.	60
Figure 25. Rendement en amandes par arbuste (g), par surface de cime (g/m ²) et par volume de cime (g/m ³) pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans).	61
Figure 26. Apparence et calibre de l'amande du noisetier 'Aldara'.....	62

Figure 27. Rendements comparatifs en noisettes entières par arbuste (A) et en amandes par surface de cime (B). Rendement moyen des 10 semis les plus prometteurs du site « Au nom de la noix » (6 ans).....	67
Figure 28. Photo récapitulative permettant de comparer l'apparence et le calibre relatifs des amandes provenant des noisetiers étudiés.....	70
Figure 29. Calibre moyen de l'amande obtenu pour les noisetiers X et Y et les branches laissées une semaine de plus avant la récolte (X-b et Y-b).....	71
Figure 30. Comparaison des % de défauts des noisettes et amandes obtenus pour les noisetiers X et Y et les branches laissées une semaine de plus avant la récolte (X-b et Y-b).	72
Figure 31. Mesures de rendement contrastées pour les noisetiers G, X et A-1 : rendement par arbuste (g), par surface de cime (g/m ²) et par volume de cime (g/m ³)..	73
Figure 32. Rendements en noisettes entières et en amandes pour les noisetiers P et W	74
Figure 33. Exemples de coques tachées par la fumagine	87
Figure 34. Zones de rusticité du Canada. Source : Ressources naturelles Canada (2014).	87

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques recherchées chez les sélections de noisetiers hybrides nordiques au Québec.	22
Tableau 2. Taille des populations et des échantillons, par cultivar et par groupe d'âge	23
Tableau 3. Estimé de % de perte par prédation par dénombrement comparatif.....	27
Tableau 4. Cultivars et semis prometteurs classés selon la date de récolte.	29
Tableau 5. Exemples d'ajustement des valeurs de rendement en fonction du taux de prédation estimé.....	31
Tableau 6. Cote de saveur des amandes crues (5 à 8 % d'humidité) et grillées	35
Tableau 7. Mesures de qualité et observations liées aux caractéristiques des noisettes pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) (n = 8), 'Aldara' (4 ans) (n = 10) et 'Andrew' (6 ans) (n = 16).	40
Tableau 8. Traits morphologiques, de vigueur et de résistance à la brûlure orientale, pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) (n = 8), 'Aldara' (4 ans) (n = 10) et 'Andrew' (6 ans) (n = 16)....	41
Tableau 9. Tableau récapitulatif des caractéristiques des 10 semis les plus prometteurs du site.	42
Tableau 10. Glossaire d'accompagnement pour les fiches techniques.....	44
Tableau 11. Comparaison du calibre des amandes : moyenne de l'échantillon, calibre maximal (moyenne pour l'arbuste) et calibre moyen indiqué dans les données préliminaires de la pépinière Grimo, pour des individus du même âge.	61
Tableau 12. Caractéristiques des noisettes et amandes pour les noisetiers P et W, expliquant la différence relative entre les rendements en noisettes entières et en amandes.....	75
Tableau 13. Inventaire complet des noisetiers présents sur la ferme « Au nom de la noix » en date du 31 août 2017.	86

Résumé

La culture des noisettes (*Corylus* spp.) suscite actuellement un engouement au Québec. Toutefois, de nombreux facteurs freinent son développement, le manque de données locales sur les rendements et la qualité constituant une problématique centrale. Afin de contribuer à l'émergence d'une telle base de données, l'étude proposée se donnait pour objectifs de 1) caractériser les rendements à l'arbuste, de 2) caractériser la qualité des noisettes et de 3) caractériser les traits morphologiques, de vigueur et de sensibilité à la brûlure orientale du noisetier (*Anisogramma anomala*) des noisetiers se trouvant sur un site agroforestier situé à Mont-Saint-Hilaire, en Montérégie. Ces noisetiers de 4, 5 et 6 ans, la plupart implantés en 2012, comprennent les clones de deux cultivars commercialisés par la pépinière ontarienne Grimo, 'Aldara' et 'Andrew', ainsi que de nombreux semis issus de diverses lignées nord-américaines. Dans le cas des semis, les données recueillies ont permis d'identifier les 10 noisetiers les plus prometteurs pour le site, pouvant faire l'objet d'un suivi plus soutenu et éventuellement, d'une multiplication végétative prioritaire. Les résultats et ce qu'ils laissent entrevoir sont encourageants pour le déploiement de la culture de la noisette au Québec, tout en indiquant que les cultivars commerciaux à l'étude ne sont possiblement pas adaptés aux conditions locales.

1. Introduction

1.1 Description du problème

1.1.1 Les arbres à noix au Québec

La culture des arbres à noix suscite un intérêt grandissant parmi la population et certains producteurs agricoles du Québec. D'une part, on espère que leur intégration dans les systèmes agroforestiers puisse permettre une diversification des revenus à l'aide de noix comestibles et commercialisables. D'autre part, la production de noix locales s'inscrit dans l'intensification des initiatives visant une plus grande autonomie alimentaire dans la province. Par ailleurs, la plantation d'arbres et arbustes à noix pourrait permettre d'atténuer les coûts liés à des interventions visant la séquestration de carbone et la conservation du capital naturel, notamment les haies brise-vent et les bandes riveraines, qui freinent l'érosion et protègent les cours d'eau. Ainsi, la production de noix permettrait en théorie d'accroître la viabilité économique de ces interventions, contribuant au double rôle de l'agroforesterie, celui d'une conservation productive des ressources.

Cependant, de nombreux facteurs freinent l'intégration des arbres à noix dans les agroécosystèmes québécois, notamment le manque de *cultivars*¹ locaux, le manque de données, les délais de production, les coûts d'installation et d'entretien (incluant le coût d'opportunité) et les défis techniques qu'imposent la récolte et la transformation des noix (c.-à-d. cassage des écales et extraction des cerneaux et des *amandes*).

1.1.2 Les noisetiers au Québec

Parmi les différentes espèces nucifères représentant un potentiel pour le Québec, les *noisetiers hybrides nordiques* (*Corylus* spp.) offrent la possibilité d'une *production relativement précoce* comparativement aux autres types de noix, pouvant commencer après quatre ou cinq années et atteindre son plein potentiel après seulement 8 à 14 ans (Ernie Grimo, communication personnelle, 9 septembre 2020; [Fischbach 2017a](#)). Cela permettrait donc d'envisager un retour sur investissement plus rapide, alors qu'on peut s'attendre à ce qu'un noisetier bien entretenu puisse produire pendant plus de 50 ans ([Braun et Jensen 2015](#)).

Toutefois, nous sommes encore bien loin du développement d'une filière québécoise de la noisette. Parmi les nombreuses contraintes mettant un frein à un tel déploiement dans la province se dégage une problématique centrale liée au manque de données locales, notamment sur les rendements et les qualités potentiellement atteignables et sur les performances écologiques des différents types de noisetiers disponibles et utilisés dans la province. Cela s'explique en grande partie par le faible nombre de sites disponibles pour de telles études et le jeune âge de plusieurs de ces plantations et collections de noisetiers. De plus, les données provenant des régions productrices tels l'Ontario et l'Orégon peuvent certes s'avérer utiles, mais leur application au contexte québécois est limitée en raison des grandes différences climatiques et écologiques. En parallèle, on note une seconde problématique liée à la faible disponibilité de *sélections* et de cultivars qui soient localement adaptés, résistants aux maladies et productifs. Conséquemment, le manque de sélections locales et le manque de données sur les rendements accroissent de manière importante le risque financier lié à l'intégration des noisetiers dans les agroécosystèmes.

¹ Une définition est fournie pour les termes apparaissant en italique (voir la section 1.4 Définitions).

1.2 Revue de littérature

1.2.1 Le genre *Corylus*

Les noisetiers (*Corylus* spp.) sont des petits arbres ou arbustes à feuilles caduques ([Muehlbauer et al. 2014](#)). Les deux espèces indigènes en Amérique du Nord (*C. americana* et *C. cornuta*) atteignent moins de cinq mètres de hauteur à maturité et forment naturellement des taillis comportant plusieurs tiges, lesquelles peuvent être renouvelées fréquemment par recépage ([CPNCQ 2014](#)). Comparativement aux autres espèces nucifères, la dimension modeste des noisetiers facilite la récolte des fruits et leur prête également un potentiel non négligeable d'intégration aux parcelles cultivées tout en produisant un ombrage limité. En outre, leur forme arbustive et leur port dense font d'eux de bons candidats pour une incorporation dans les haies brise-vent ainsi que pour la diversification des paysages agricoles ([Braun et Jensen 2015](#); [Vézina et al. 2007](#)).

L'enracinement des noisetiers atteint généralement 100 à 150 cm de profondeur, se limitant aux horizons suffisamment bien drainés ([Leuty et al. 2012](#)). Les différentes espèces de noisetier sont presque toujours autostériles et leur pollen est disséminé par le vent ([Muehlbauer et al. 2014](#)). Toutes les espèces du genre *Corylus* produisent des noisettes comestibles (*ibid.*).

1.2.2 Les différentes espèces

La majorité des noisettes consommées dans le monde sont des avelines, provenant du noisetier commun, ou avelinier (*Corylus avellana* L.) ([Muehlbauer et al. 2014](#)). L'aveline est la cinquième noix en importance dans le monde pour sa valeur commerciale (*ibid.*). Le premier producteur est la Turquie (70 %), suivi de l'Italie (15 %) et des États-Unis (5 %), l'Orégon englobant 99 % de la production américaine (*ibid.*). La culture de l'aveline prend actuellement beaucoup d'essor en Ontario ([Dale et al. 2012](#)). Les cultivars commerciaux des aveliniers produisent des noisettes de gros *calibre*, ont de bons rendements et ont souvent été sélectionnés en fonction d'une plus faible tendance à la fluctuation des productions selon les années ([Molnar et al. 2005](#)). Cependant, l'espèce est hautement sensible à la brûlure orientale du noisetier (ci-après brûlure orientale), causée par le champignon pathogène *Anisogramma anomala*, bien que des sources de résistance aient été identifiées chez certains *génotypes* ([Muehlbauer et al. 2014](#); [Molnar et al. 2005](#)). L'avelinier, originaire d'Eurasie, n'est pas rustique au Québec.

Deux espèces de noisetiers sont indigènes dans la province. Le noisetier à long bec (*Corylus cornuta*), aussi appelé coudrier, est parfaitement rustique jusqu'en zone 3 (voir Figure 34 en Annexe) ([Contré 2004](#)). L'arbuste peut être assez productif et ses noisettes sont savoureuses (ibid.). Cependant, ces dernières sont très petites et sont complètement recouvertes d'un long [involucre](#) refermé et piquant et les arbustes ont une forte tendance au drageonnage et à la fluctuation des rendements au fil des années, rendant la commercialisation difficile (ibid.). Aucune domestication n'aurait été effectuée, encore moins le développement de cultivars commerciaux (ibid.). Le noisetier à long bec est résistant à la brûlure orientale (ibid.). En contrepartie, ses fruits sont particulièrement affectés par le balanin du noisetier (*Curculio* spp.) (Yvan Perreault, communication personnelle, 18 février 2017). La principale espèce de Curculionidae affectant le noisetier au Québec serait le *Curculio obtusus* (Joseph Moisan-De Serres, communication personnelle, 7 octobre 2020).

Le noisetier américain (*Corylus americana*) est également indigène dans la partie la plus méridionale du Québec. Il peut être rustique et productif en zone 4 et parfois jusqu'en zone 3, selon la provenance des sélections ([Contré 2004](#)). Les noisettes ont de bonnes qualités gustatives et ne sont que partiellement englobées dans un involucre non piquant, s'en détachant plus facilement que celles du noisetier à long bec (ibid.). De plus, les productions sont plus constantes et l'espèce est également résistante à la brûlure orientale (ibid.). Tout comme le noisetier à long bec cependant, les plants ont tendance à drageonner abondamment et les noisettes sont relativement petites, bien qu'il existe certaines sélections d'individus produisant des noisettes plus grosses (ibid.). De plus, la [coque](#) est généralement épaisse et les noisettes atteignent leur maturité plus tardivement en saison que celles du noisetier à long bec (ibid.).

1.2.3 Les efforts de sélection

Depuis plus d'une centaine d'années, des efforts ont été déployés dans le nord-est des États-Unis afin d'effectuer des croisements (hybridation interspécifique) entre des aveliniers et des noisetiers indigènes d'Amérique du Nord, principalement des noisetiers américains, dans le but de développer des cultivars qui soient tout à la fois productifs, rustiques, résistants à la brûlure orientale et qui puissent produire des noisettes de gros calibre ([Molnar et al. 2005](#)). Des travaux de croisement similaires sont effectués à l'Université de la Saskatchewan depuis les années 1940s, l'institution distribuant des [semis](#) hybrides F1 depuis 2007 ([Bors 2010](#)).

Récemment, l'Université Rutgers au New Jersey et l'Université du Wisconsin ont repris ces travaux ([Fischbach 2017a](#); [Molnar et al. 2005](#)). Les avancées sont encourageantes et le potentiel attrayant. Cependant, les rendements économiques demeurent très modestes malgré les efforts considérables déployés dans le Midwest depuis une dizaine d'années. Les productions semblent être limitées par le choix des sélections, par les défis que pose la multiplication végétative ainsi que par les méthodes de récolte mécanisée et de transformation, encore peu efficaces à l'heure actuelle pour le noisetier hybride nordique ([Fischbach 2017a](#); [Rutter et al. 2015](#)).

En particulier, la multiplication végétative des noisetiers nord-américains ou de leurs hybrides demeure difficile, contrairement à celle de l'avelinier ([Fischbach 2009](#)). Cela freine grandement la production de cultivars clonés, entraînant des difficultés d'approvisionnement et des coûts de plantation plus élevés, affectant la viabilité économique des opérations. Dans les états du Midwest américain, le développement de méthodes de multiplication végétative plus efficaces et abordables pour le noisetier américain et les noisetiers hybrides nordiques constitue donc l'un des objectifs centraux que s'est fixés l'« Upper Midwest Hazelnut Development Initiative », un regroupement d'acteurs visant la production commerciale de la noisette hybride dans cette région (*ibid.*).

Une pépinière ontarienne se spécialisant en production et en vente d'espèces nucifères, « Grimo Nuts Nursery », commercialise bon nombre de ces différentes sélections. En plus, leurs sélections incluent des hybrides issus de croisements avec le noisetier de Byzance (*Corylus colurna*) et le noisetier de Russie (*Corylus heterophylla*).

Au Québec, Bernard Contré, propriétaire de la pépinière Lafeuillée, effectue depuis plus de vingt ans un travail remarquable de sélection, travaillant avec les différentes sélections de noisetiers hybrides nordiques disponibles. En partenariat avec Louis Lefebvre (agronome) et le Club de Producteurs de Noix Comestibles du Québec (ci-après CPNCQ)², M. Contré a récemment identifié des [phénotypes](#) particulièrement prometteurs (Bernard Contré, communication personnelle, 24 février 2017). Au cours de l'été 2017, une phase de multiplication végétative (clonage) d'une douzaine de ces individus a donc été initiée, dans une perspective de

² Depuis 2008, le CPNCQ soutient les différentes initiatives provinciales et contribue activement au déploiement de la culture des arbres à noix et des noisetiers au Québec. Site Internet : <http://www.noixduquebec.org/> (page consultée le 15 décembre 2020).

développement de cultivars locaux plus performants (ibid.). M. Contré estime que plus de 99 % des noisetiers plantés à l'heure actuelle dans la province sont issus de semis (ibid.). La multiplication végétative des noisetiers pour une production à large échelle constitue également une embûche locale (Louis Lefebvre, communication personnelle, 22 février 2017).

1.2.4 Le manque de données locales

Au Québec, il y a donc relativement peu de systèmes à étudier et très peu de données sur les rendements et les qualités de noisettes potentiellement atteignables. Bernard Contré a pu caractériser les rendements de certains individus exceptionnels sur son site situé dans Lanaudière, en zone 4a.

Un second site a permis la génération de données préliminaires, celui de l'entreprise « Au jardin des noix » située dans Lanaudière, également en zone 4a. Dans une étude sur les rendements des noisetiers hybrides nordiques présents sur leur site, Alain et Yvan Perreault rapportaient en 2013 des rendements moyens de 0,6 kg (noisettes entières sèches) par arbuste, et des poids moyens de 0,735 g par amande, pour des plants de cinq ans provenant des pépinières Lafeuillée et Grimo ([Perreault 2013](#)). Ces rendements par arbuste ont depuis beaucoup augmenté, de même que la prédation des noisettes sur le site, principalement par les écureuils (Alain Perreault, communication personnelle, 10 avril 2017). En 2016, le record a été de 8 kg de noisettes entières sèches pour un seul arbuste (ibid.).

Lors de la réalisation de cette étude, un premier site situé en zone 5a offrant une opportunité de collecte de données avec des noisetiers hybrides nordiques âgés de six ans a été identifié. Il s'agit de l'un des sites les plus innovateurs et intéressants pour la culture des noix et noisettes au Québec, la ferme agroforestière « Au nom de la noix », située à Mont-Saint-Hilaire en Montérégie. Le site comprenait alors plus de 500 noisetiers hybrides nordiques issus de différentes sélections de semis et de [clones](#) provenant de cultivars [marcottés](#). Des observations sur les rendements en noisettes de certains plants avaient été amorcées, une documentation plus détaillée faisant partie des objectifs de l'entreprise.

1.3 Hypothèses et objectifs

1.3.1 Hypothèse

Bien qu’il s’agisse d’une étude de caractérisation, l’initiative proposée est tout de même sous-tendue par l’hypothèse centrale suivante : **il est possible, au Québec, de produire des noisettes en quantité et en qualité pouvant soutenir une intégration économiquement viable des noisetiers hybrides nordiques dans les aménagements agroforestiers.** Évidemment, cette hypothèse ne pourra être vérifiée qu’à plus long terme, cette étude ne pouvant offrir qu’une petite contribution à la réponse.

1.3.2 Objectif général

L’objectif général de l’étude proposée est de contribuer à la génération d’une base de données sur les productions potentielles de noisettes au Québec. Ce but ne pourra être atteint qu’après plusieurs années d’effort concerté et son dénouement sera étroitement lié à la qualité et à la quantité des investissements déployés pour la sélection et le développement de cultivars locaux. Afin d’inscrire l’étude proposée dans une perspective de continuité, des efforts particuliers ont été mis de l’avant afin d’utiliser des méthodes qui soient les plus objectives, rigoureuses et détaillées possible.

1.3.3 Objectifs spécifiques

Objectif 1	Caractériser le rendement à l’arbuste (kg/arbuste)
Objectif 2	Caractériser la qualité des productions de noisettes (calibre, taux de remplissage , sphéricité, % défauts, etc.)
Objectif 3	Caractériser les traits morphologiques, la vigueur et le degré de sensibilité à la brûlure orientale du noisetier
Objectif 4	Grâce à la réalisation des objectifs 1, 2 et 3, contribuer à l’identification de phénotypes prometteurs parmi les semis disponibles sur le site d’étude

L’atteinte de ces quatre objectifs spécifiques a été réalisée grâce à une collecte de données ne s’étalant que sur une seule saison de croissance (2017) et sur un seul site (ferme « Au nom de la noix »). Les données collectées concernent deux cultivars commerciaux de noisetiers hybrides nordiques, ‘Aldara’ et ‘Andrew’, ainsi que les semis prometteurs se trouvant sur le site de recherche.

1.4 Définitions

Amande : terme référant à la graine charnue à l'intérieur de la coque, soit la partie comestible de la noisette (parfois appelée amandon) (terme botanique : akène)

Calibre : terme général désignant la grosseur ou la masse des noisettes entières ou des amandes

Clones : individus génétiquement identiques, obtenus par multiplication végétative

Coque : enveloppe rigide entourant l'amande (terme botanique : péricarpe ligneux)

Cultivar : dans le cadre de cette étude, l'appellation cultivar réfère à un individu cloné et commercialisé, le nom étant indiqué entre guillemets

Génotype : l'ensemble de la signature génétique d'un organisme

Immunité à la maladie : résistance totale à la maladie

Involucre : enveloppe recouvrant complètement ou partiellement la noisette (terme botanique : bractées florales)

Marcottage : une forme de multiplication végétative (clonage) permettant la production de plants génétiquement identiques (c.-à-d. des marcottes) en sectionnant des tiges sur lesquelles le développement de racines a été forcé

Maturation hâtive : dont les fruits atteignent la maturité tôt en saison

Noisette entière : référant à la noisette complète (avec la coque), mais retirée de l'involucre

Noisetier hybride nordique : dans cette étude, terme général désignant un noisetier issu de croisements entre deux ou plusieurs espèces de noisetiers et adapté au climat du sud du Québec (c.-à-d. zones 4a à 5b, principalement)³

Phénotype : terme référant aux caractéristiques perceptibles d'un individu, lesquelles sont déterminées tout à la fois par le génotype et l'influence des facteurs environnementaux

Production précoce : entrée en production de fruits (noix) à un jeune âge (pour un noisetier, vers 3-4 ans)

Sélection : terme englobant faisant référence à une lignée de noisetiers sélectionnée parmi les populations sauvages ou cultivées, dotée de traits intéressants pour la culture et le développement éventuel de cultivars

Semis : Plant (noisetier) issu de la multiplication sexuelle et, conséquemment, de la germination d'une graine (noisette). À l'opposé, voir la définition de *clones* ou de *marcottage*

Taux de remplissage : Mesure désignant le rapport entre la masse de l'amande et la masse de la noisette entière, exprimé en %. *Termes équivalents* : *ratio amande / noisette* ou *% d'amande*

Trochet : grappe de noisettes au bout du pédoncule⁴

³ Une carte représentant les zones de rusticité est incluse en Annexe (voir Figure 34).

2. Site de recherche

2.1 Ferme « Au nom de la noix »

Adresse : 1650 Chemin Des Patriotes Nord, Mont-Saint-Hilaire (Québec) J3H 0N3

Lat. : 45,614935 ; Long.: -73,180921

Élévation : 15 à 35 m au-dessus du niveau de la mer

Zone de rusticité : 5a

2.2 Description générale du site

La ferme agroforestière « Au nom de la noix », appartenant à Pierre Boucher et à sa fille, Véronique Boucher, est située aux abords de la rivière Richelieu, tout près du Mont-Saint-Hilaire en Montérégie (voir Figure 1). Le site recouvre un peu plus de 30 hectares et est essentiellement composé de rangées d'arbres et d'arbustes à noix comestibles, dont l'implantation a débuté en 2008. Pendant une dizaine d'années, celles-ci ont été intercalées de bandes cultivées d'une largeur d'environ deux mètres, semées avec une rotation de maïs, de soya et de blé en régie conventionnelle, un cultivateur voisin se chargeant de leur entretien et de la récolte. Depuis 2018, les cultures annuelles ont graduellement été remplacées par des rangées intercalaires de noisetiers et de charmes de Caroline (*Carpinus caroliniana*) inoculés avec une espèce de champignon truffier gastronomique, la truffe des Appalaches (*Tuber canaliculatum*). Ce projet d'implantation de la truffe a été mené avec l'appui de l'entreprise ArborInnov.



Figure 1. Emplacement du site de recherche. Le cercle rouge indique l'emplacement de la ferme « Au nom de la noix », le long de la rivière Richelieu, en Montérégie. Source : Google Maps.

⁴ Les trochets comprennent parfois plus de 15 noisettes ([Rutter et al. 2015](#)).

Les rangées d'arbres sont espacées d'environ 10 m et suivent une orientation nord-ouest : sud-est, sur un azimuth de 136° (voir Figure 2). Elles comprennent plus de 7000 arbres et arbustes, dont plusieurs espèces de noyers (*Juglans* spp.), de caryers (*Carya* spp.), de chênes (*Quercus* spp.) et de noisetiers (*Corylus* spp.). Des bandes enherbées de 1,2 m de largeur ont été maintenues de part et d'autre des rangées d'arbres et sont régulièrement fauchées. Le site est méticuleusement entretenu et les arbres font généralement preuve d'une très bonne croissance.

Au moment de la plantation des arbres, le sol fut décompacté mécaniquement jusqu'à une profondeur d'environ 75 cm (sous-solage) et chacune des rangées fut recouverte d'un paillis de plastique noir sur une largeur d'environ 30 cm (voir Figure 2). Le site n'est pas irrigué. Le drainage est bonifié par un réseau de fossés d'environ 1 à 1,5 m de profondeur, lesquels sont parallèles aux rangées et espacés d'environ 20 m.



Figure 2. Vue d'ensemble de la ferme. Photo prise en août 2015 depuis la partie supérieure du site, l'angle de la caméra étant orienté vers le nord-ouest entre une rangée comprenant plusieurs noyers noirs (*Juglans nigra*) et espèces accompagnatrices et une bande cultivée de soya. Source : Vincent Hamann-Benoit.

Le site est subdivisé en trois zones topographiques, soit deux plateaux dont la pente est très douce (environ 5 %)⁵, entre lesquels s'intercale une zone plus abrupte (c.-à-d. le coteau) dont la pente s'incline à 15-20 %. Le drainage est adéquat sur l'ensemble du site, aucune zone d'accumulation d'eau ou d'affleurement de la nappe phréatique n'ayant été repérée durant la saison de croissance (Pierre Boucher et Nadine Pesant, communication personnelle, avril 2017).

⁵ Tel que déterminé sur Google Earth.

Le plateau supérieur est constitué d'un loam sableux alors que le sol du plateau inférieur, où pousse l'ensemble des noisetiers du site, correspond à une argile limoneuse de la série Providence ([IRDA 2008](#)). Des analyses de sol furent complétées à l'automne 2016 par Jérôme Quirion, fondateur de la compagnie AborInnov, dans le cadre des activités préparatoires à la trufficulture. Les résultats obtenus pour la zone où croissent les noisetiers indiquent un pH de 7,1, une teneur en matière organique de 4,4 à 5,5 %, une capacité d'échange cationique de 19,2 à 26 meq/100g et une teneur en éléments minéraux suffisante pour soutenir adéquatement la croissance des noisetiers.

2.3 Les noisetiers

2.3.1 Inventaire

Au moment de la réalisation de la collecte de données, en 2017, le site comprenait 529 noisetiers, essentiellement plantés lors de trois périodes différentes, soit en 2012, en 2014 et en 2015, dans une zone située un peu au sud-est des bâtiments (voir Figure 3). Les spécimens les plus matures en étaient donc à leur 6e saison de croissance. L'étude met l'accent sur ces derniers, puisqu'ils avaient atteint leur stade de production initiale, lequel peut débuter vers l'âge de 4 à 6 ans, tout dépendant des sélections et des conditions de croissance ([Fischbach 2017a](#)).



Figure 3. Vue aérienne du site datant du 2 juin 2018. Le périmètre de la ferme est représenté par la ligne orangée. La zone bleutée correspond à l'emplacement des noisetiers étudiés. Source : Google Earth.

Les noisetiers présents sur le site en 2017 étaient composés de plants provenant des principales sources de noisetiers hybrides nordiques disponibles, soit des lignées de semis

sélectionnées dans l'état du Wisconsin, des cultivars marcottés et des semis sélectionnés à l'Université de la Saskatchewan et à la pépinière Grimo en Ontario, ainsi que des cultivars marcottés et des semis sélectionnés à la pépinière Lafeuillée dans Lanaudière. Les cinq espèces de noisetiers mentionnées en introduction sont donc probablement toutes représentées sur le site au travers d'hybrides dont la composition génétique exacte n'est généralement pas connue avec certitude. L'inventaire complet, comprenant certaines incertitudes au niveau de la provenance et de l'identification des plants, est présenté dans le Tableau 13 en Annexe.

La très grande majorité de ces 529 plants était répartie sur trois rangées, soit les rangées 4, 5 et 9 (voir Figure 4). Les rangées 4 et 5 sont espacées d'environ 10 m, alors que les rangées 5 et 9 sont espacées d'environ 35 m. La rangée 5, par ailleurs, ne comportait des noisetiers que sur la moitié nord-ouest en 2017. Elle a depuis été comblée. L'emplacement des principales sélections au sein de ces rangées est indiqué sur la Figure 4. Les cultivars sont identifiés par les guillemets.

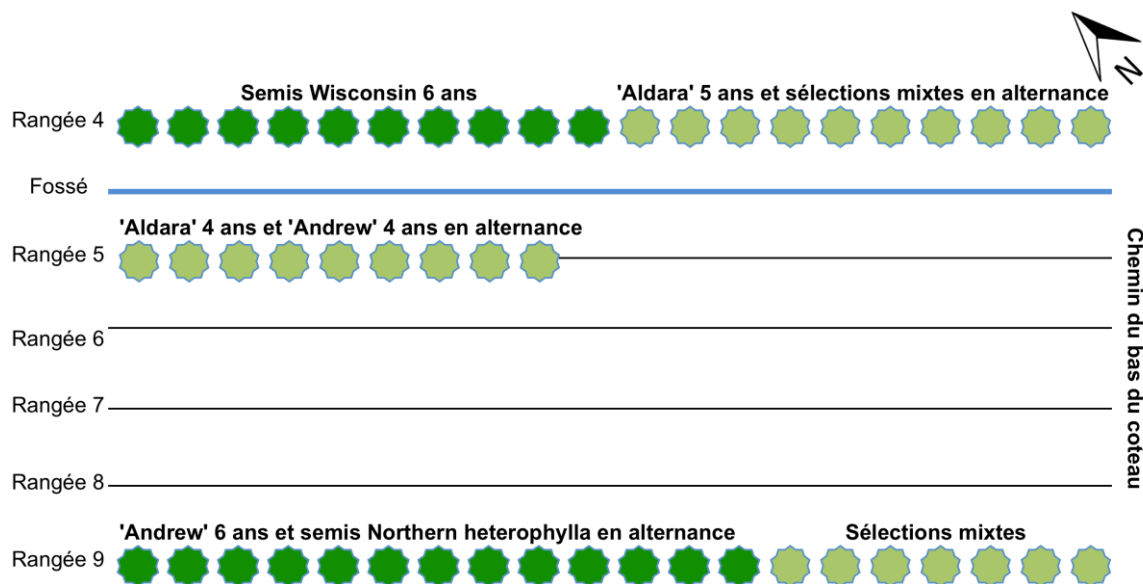


Figure 4. Plan des rangées et disposition des principales sélections de cultivars et semis de noisetiers, représentées par les symboles verts. *N.B.* Le plan n'est pas à l'échelle et les symboles ne représentent pas le nombre réel de noisetiers.



Figure 5. Noisetiers du Wisconsin (rangée 4), le 11 septembre 2017. Source : Vincent Hamann-Benoit.

2.3.2 Régie de culture des noisetiers

La grande majorité des noisetiers du site a été plantée au printemps sous forme de plants à racines nues. Ils avaient, à l'été 2017, une taille moyenne de 1,5 m de hauteur pour 1 m de largeur (voir Figure 5). Les noisetiers ont reçu une application printanière de fertilisant par injection en 2014 et en 2016, à raison de deux à trois litres d'une solution de 1 à 2 % de « Coup de pouce »⁶. Mis à part l'élimination des drageons, très peu de taille des noisetiers a eu lieu entre 2012 et 2015 (Nadine Pesant, communication personnelle, 7 avril 2017). En 2016 cependant, plusieurs noisetiers ont été taillés de manière à réduire le nombre de tiges et à favoriser la pénétration de la lumière (ibid.). La documentation disponible en 2017 ne permettait pas d'identifier les noisetiers ayant reçu un tel traitement, mais les coupes pouvaient facilement être décelées, ne permettant cependant pas de différencier les tailles datant de l'année précédente de celles qui étaient plus anciennes. Par ailleurs, peu de symptômes de brûlure orientale avaient été détectés sur les plants entre 2012 et 2015 (ibid.). Toutefois, une vingtaine d'individus situés sur les rangées 4 et 9 ont récemment péri et ont dû être remplacés, leur mort étant attribuée à la brûlure orientale, et ce en dépit de l'éradication (taille et incinération) des parties affectées plus tôt en saison (ibid.) (voir Figure 6).

⁶ Contenant une teneur en N-P-K de 7-18-6, 2 % de soufre et une petite quantité de fer chélaté (Pierre Boucher, communication personnelle, 11 avril 2017).



Figure 6. Chancre noirâtre repérés sur une tige morte, un symptôme indiquant la présence de la brûlure orientale sur le site. Photo prise le 8 août 2017, vers le haut de la rangée 5. Source : Vincent Hamann-Benoit.

2.3.3 Production de noisettes

La production de noisettes a débuté en 2015 et s’est poursuivie avec des rendements plus importants en 2016. Bien que non quantifiée, la production a pu permettre le début des activités de commercialisation des noisettes entières en 2016, par l’entremise d’une boutique culinaire située à Mont-Saint-Hilaire.

2.3.4 Prédation des noisettes

Jusqu’à 2017, aucun réel problème de prédation des noisettes par les rongeurs et les oiseaux n’avait été détecté (Pierre Boucher et Nadine Pesant, communication personnelle, mars et avril 2017). Plusieurs caractéristiques du site contribuent à cette situation, notamment l’activité humaine quotidienne, la distance assez importante des zones boisées, le fait que les arbres soient encore de taille modeste et bien espacés, créant peu d’habitat couvert pour les rongeurs et le fait qu’il y ait une population assez active d’oiseaux de proie (Pierre Boucher, communication personnelle, 14 mars 2017.). Cette situation est susceptible d’évoluer d’une année à l’autre et on peut d’ailleurs s’attendre à un accroissement de la prédation au fur et à mesure que la production de noix et noisettes augmentera et que les arbres, s’épanouissant, créeront une canopée pouvant bénéficier aux rongeurs et nuire à l’activité des oiseaux de proie ([Rutter et al. 2015](#)).

2.3.5 Système d'identification

Un système d'identification des plants a été mis en place par Nadine Pesant, une employée chargée de plusieurs aspects liés à l'entretien des arbres et arbustes. Une pierre numérotée a été disposée à tous les 10 plants, sur chacune des rangées. Chaque noisetier est donc identifiable par une combinaison cardinale unique. Par exemple, (R4:122) correspond au 122^e plant sur la 4^e rangée.

2.3.6 Noisetiers prometteurs

L'identification de certains individus prometteurs a débuté dès 2015, grâce à l'instauration d'un système de marquage à l'aide de rubans colorés (voir Figure 7), une méthode promue dans les efforts de sélection participative de noisetiers dans les états du Midwest américain ([Fischbach 2010](#)). Des rubans roses ont donc été posés en 2015, permettant d'identifier les premiers noisetiers ayant porté des noisettes (c.-à-d. les plus précoces). Des rubans bleus ont été posés en 2016 sur les noisetiers portant un nombre important de noisettes particulièrement grosses et bien remplies au cours de cette saison. Pour vérifier le taux de remplissage, Véronique Boucher s'est promenée dans le verger avec un casse-noix manuel au cours du mois d'août et de septembre 2016. Au début de la saison 2017, la majorité des noisetiers ne portait aucun ruban, un certain nombre portait un ruban rose ou bleu, et un nombre encore plus restreint portait les deux types de rubans.



Figure 7. Le propriétaire, Pierre Boucher, se tenant à côté des noisetiers du Wisconsin (Rangée 4) le 14 mars 2017. Les rubans roses marquent ici des individus ayant une production précoce. Source : Vincent Hamann-Benoit.

3. Méthodologie

3.1 Choix des caractéristiques à étudier

Il n'existe actuellement pas de protocole officiel et standardisé pour la collecte de données concernant les noisetiers au Québec. Toutefois, Louis Lefebvre, Bernard Contré, Laurie Brown, à travers son implication avec Cultur'Innov, Alain Perreault et Yvan Perreault, tous membres du CPNCQ, contribuent activement à l'émergence de tels standards. Ils se sont eux-mêmes inspirés de ce qui se fait en Orégon, en Ontario, dans le Midwest et dans le nord-est des États-Unis. Ils ont généreusement partagé leurs idées et recommandations avec moi dans l'élaboration de cette section. Une partie des méthodes proposées provient donc de précieux échanges avec ces individus ou de documents qu'ils ont produits, leur nom étant cité dans les deux cas.

Par ailleurs, mes choix méthodologiques sont plus particulièrement inspirés des documents techniques produits par les institutions suivantes: l'« Upper Midwest Hazelnut Development Initiative » ([Fischbach 2010](#), [2017a](#)), la Corporation de recherche Badgersett au Minnesota ([Rutter et al. 2015](#)), les Services de conseils agricoles de l'Université de l'Orégon ([Mehlenbacher et al. 2011](#)) et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario ([Dale et al. 2012](#); [Filotas et al. 2012](#); [Leuty et al. 2012](#)). Les détails des méthodes proposées peuvent être trouvés dans les références mentionnées, le cas échéant.

Afin de situer la méthodologie proposée dans le contexte de la sélection de noisetiers hybrides nordiques au Québec, je présente dans le Tableau 1 les principales caractéristiques recherchées chez les noisetiers prometteurs. Celles étant considérées comme prioritaires pour le Québec, dans le contexte actuel, sont précédées d'un astérisque. Celles pour lesquelles des données ont été recueillies dans le cadre de cette étude sont ombragées en gris.

Tableau 1. Caractéristiques recherchées chez les sélections de noisetiers hybrides nordiques au Québec. Les caractéristiques particulièrement importantes à ce stade-ci de la sélection sont précédées d'un astérisque et celles pour lesquelles des données ont été recueillies dans le cadre de cette étude sont ombragées en gris. *N.B.* L'ordre de la présentation ne correspond pas nécessairement au degré d'importance.

Caractéristiques des noisettes	Rendement, traits écologiques et morphologiques des arbustes	Caractéristiques phénologiques
* Bon calibre de la <i>noisette entière</i> (poids et diamètre)	* Bon rendement relatif à la surface et au volume de cime, à l'arbuste ² et à l'hectare	* <i>Maturation hâtive</i> des noisettes
* Bon calibre de l'amande ¹	* Faible tendance à l'alternance des années de productions	* Synchronisation des périodes de floraison pour les sélections compatibles
* Ratio (amande / noisette entière) élevé	* <i>Immunité</i> ou bonne résistance à la brûlure orientale	* Production précoce (à un jeune âge)
* Faible % de défauts	* Rusticité des chatons mâles	* Éclosion tardive des fleurs mâles et femelles
* Bonne saveur	* Rusticité générale des plants (c.-à-d. des parties ligneuses)	Maturation uniforme des noisettes
* Sphéricité de l'amande	* Résistance aux insectes (principalement balanins et phytoptes ³)	
* Noisette se détachant d'elle-même ou facilement de l'involucre	* faible tendance au drageonnement	
* Coque mince et se cassant facilement	Arbustes compacts	
Nombre élevé de noisettes par <i>trochet</i>	Disponibilité de pollinisateurs compatibles	
Tégument peu fibreux et se décollant facilement à la suite du blanchiment	Vigueur générale des plants ⁴	

1. Standard personnel et provisoire proposé par Alain Perreault pour le Québec : au moins 1g pour le marché de la noisette en coque (Alain Perreault, communication personnelle, 10 avril 2017).

2. Standard provisoire proposé par Louis Lefebvre pour le Québec : plus de 4 kg de noisettes entières par arbuste (Lefebvre 2016).

3. Le phytopte peut être l'une de deux espèces d'acariens (*Phytoptus avellanae* et *Cecidophyopsis vermiformis*) qui peuvent causer des dommages aux bourgeons des fleurs femelles des noisetiers (Filotas et al. 2012).

4. Une vigueur modérée des plants semble être associée à des productions plus élevées de noisetiers (Dale et al. 2012).

3.2 Identification des individus et échantillonnage

3.2.1 Cultivars

Afin de pouvoir constituer un échantillon d'étude, j'ai d'abord compilé l'ensemble des factures archivées de l'entreprise afin de dresser l'inventaire des noisetiers qui avaient été introduits sur le site au fil des saisons⁷. Par la suite, j'ai tenté de repérer, à l'aide des plans de plantation fragmentaires qui avaient été mis sur papier à différents moments, l'emplacement général des différents cultivars et sélections, au sein des trois rangées. Je rappelle ici que les noisetiers sont dépourvus de système d'identification individuel sur ce site. Toutefois, une certaine documentation des emplacements avait été effectuée lors des différentes périodes de plantation.

La troisième et plus laborieuse étape fut l'identification et la confirmation, au niveau individuel, de l'emplacement des cultivars et des sélections, à l'aide d'observations sur le terrain. Dans certains cas, des individus étaient morts et avaient été remplacés. Dans d'autres cas, l'identité des plants n'a pas pu être confirmée. À la suite de ce travail de recensement, j'ai retenu les individus dont l'identification était certaine, constituant la population disponible pour l'échantillonnage. Aussi, j'ai exclu les noisetiers 'Andrew' de quatre ans, puisqu'ils ne portaient aucune noisette en 2017. Dans le Tableau 2, la taille des populations et des échantillons est présentée, par cultivar et par groupe d'âge.

Tableau 2. Taille des populations et des échantillons, par cultivar et par groupe d'âge

Groupe	Taille de la population	Taille de l'échantillon (n)	% de la population échantillonnée
'Aldara' (5 ans)	16	8	50
'Aldara' (4 ans)	38	10	26
'Andrew' (6 ans)	50	16	32

Puisqu'il n'était pas réaliste de caractériser chacun des noisetiers des trois groupes retenus, j'ai procédé par **échantillonnage stratifié aléatoire** pour chacune des zones où se trouvaient les deux cultivars disponibles, 'Aldara' et 'Andrew'. Par exemple, j'ai prédéterminé

⁷ L'inventaire complet est présenté dans le Tableau 13, en Annexe.

qu'un noisetier 'Andrew' de six ans sur trois, le long de la rangée 9, ferait partie de l'échantillon. J'ai choisi cette méthode afin d'obtenir un échantillon représentatif de l'ensemble des zones de plantation, qui comprenaient des petites variations au niveau de la pente et du drainage. Autrement dit, je voulais m'assurer que la répartition soit relativement constante au sein des rangées et éviter les trouées qui auraient pu survenir avec un échantillonnage complètement aléatoire.

L'emplacement des individus formant les trois échantillons est présenté dans la Figure 8. La taille de l'échantillon (n) est indiquée dans la légende. Les chiffres en rouge, quant à eux, correspondent à des individus exceptionnels qui ont été retenus afin d'effectuer des observations supplémentaires. Ils ne font toutefois pas partie de l'échantillon officiel et n'ont donc pas été inclus pour la génération des statistiques d'échantillons pour les cultivars. Au total, 38 noisetiers ont été étudiés pour ces deux cultivars. Une représentation des noisetiers non échantillonnés est proposée dans la Figure 4.

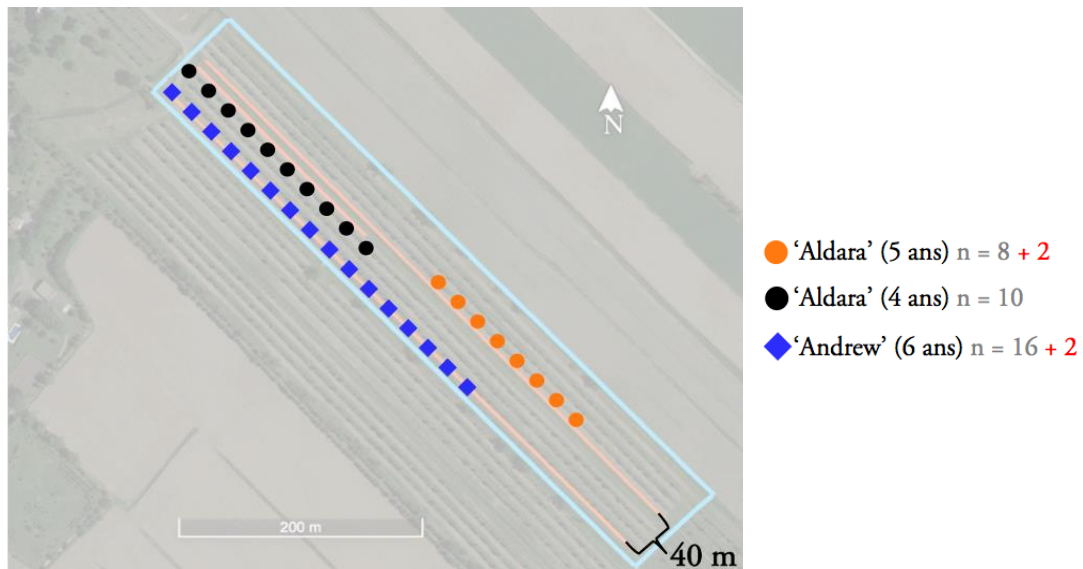


Figure 8. Emplacement des individus échantillonnés pour les cultivars 'Aldara' et 'Andrew' sur les rangées 4, 5 et 9. Les « +2 », en rouge, indiquent que deux individus exceptionnels, hors échantillons, ont également été étudiés pour les 'Aldara' de 5 ans et les 'Andrew' de 6 ans.

3.2.2 Semis prometteurs

Étant donné la grande variabilité des traits au sein d'un groupe de semis issus d'une même sélection (ex. Wisconsin), il a été décidé de ne pas effectuer une caractérisation des traits

moyens au sein de ces groupes. Ainsi, l'objectif, pour les semis, a été limité à l'identification d'individus présentant des traits prometteurs et à leur caractérisation, à une échelle individuelle.

Pour ce faire, la première étape fut, comme dans le cas des cultivars, la réalisation de l'inventaire, puis le repérage précis des individus au sein des trois rangées. Par la suite, quatre caractéristiques facilement observables au champ ont été utilisées comme critères pour effectuer une première sélection, lesquelles sont présentées ci-dessous, numérotées par ordre d'importance.

Critère 1	Noisettes abondantes et bien remplies (vérification du taux de remplissage à l'aide d'un casse-noisette au sein d'un sous-échantillon aléatoire de 10 noisettes par individu ⁸).
Critère 2	Bonne vigueur générale du plant (ex. couleur du feuillage, absence de signes de dépérissement).
Critère 3	Absence ou très faible présence de symptômes de brûlure orientale.
Critère 4	Présence d'un ruban bleu, indiquant une production abondante, un calibre notable et un bon taux de remplissage en 2016. En second lieu, la présence d'un ruban rose, indiquant une production précoce en 2015, a été remarquée.

Bien que passablement subjective, l'utilisation de cet ensemble de traits a permis, dans des délais raisonnables, la sélection des individus semblant les plus prometteurs afin de les étudier de manière plus approfondie. Un total de 26 noisetiers prometteurs a donc été retenu dans le cadre de cette première sélection. Au fil de ce rapport, ces noisetiers sont identifiés par les lettres A à Z. Ils ont tous été plantés en 2012 et proviennent, à l'exception d'un individu dont la provenance n'a pas pu être confirmée, de deux sélections, soit des semis du Wisconsin (lignées multipliées par Mark Shepard et Philil Rutter dans le Midwest américain) et des semis Northern Heterophylla (lignée multipliée par Ernie Grimo en Ontario). L'emplacement et la provenance des 26 semis sont représentés sur la Figure 9.

⁸ Cette méthode a été recommandée par Bernard Contré (Communication personnelle, 29 août 2017).

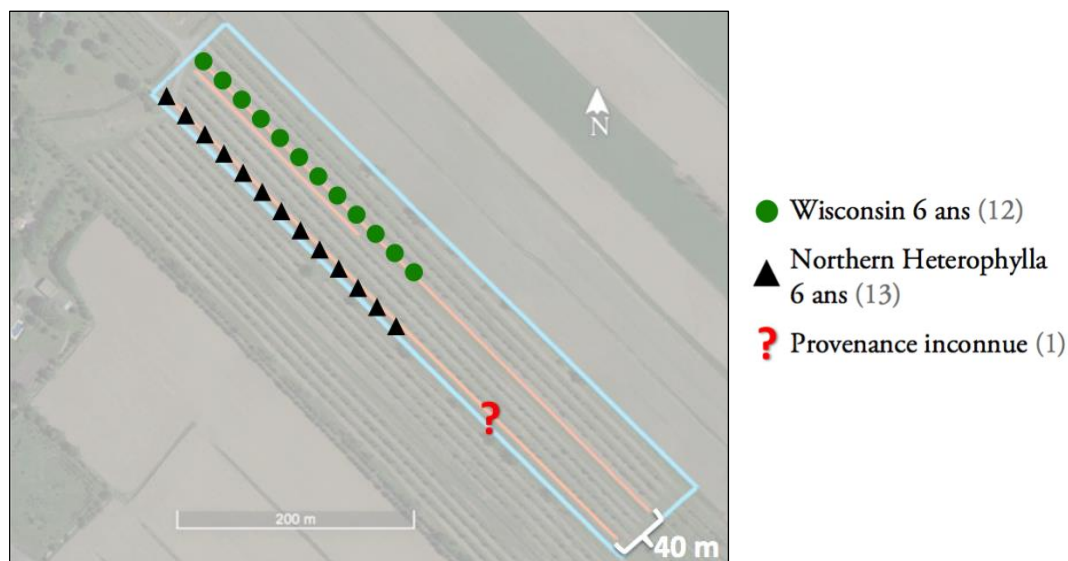


Figure 9. Emplacement des 26 semis prometteurs retenus pour l'étude, par sélection.

3.3 Évaluation de la prédation

3.3.1 Dénombrement comparatif des noisettes

Étant donné les risques considérables de prédation des noisettes par les oiseaux et les rongeurs, j'ai effectué un dénombrement de mi-saison, vers le milieu du mois d'août 2017, sur un certain nombre des arbustes échantillonnés⁹. Cela concordait avec le début de la période de lignification des noisettes, soit le moment où les écureuils et tamias peuvent commencer à les récolter (Rutter et al. 2015). Le dénombrement a été répété pour ces mêmes arbustes, au moment de la récolte. La différence entre ces deux nombres m'a permis d'estimer le % de perte par prédation, ce qui est présenté dans le Tableau 3.

La présence de pourcentages négatifs, dans le tableau, signifie que le dénombrement de mi-saison s'est avéré, dans plusieurs cas, incomplet, ce qui est attribuable à la difficulté que représente le repérage de noisettes encore vertes au travers du feuillage, alors qu'elles sont souvent petites et regroupées en trochets volumineux. Il est important de noter que dans certains cas, les noisettes manquantes auraient tout simplement pu être avortées par les arbustes, mais je considère que ce nombre est non significatif, puisque les noisettes étaient déjà bien formées lors du dénombrement de mi-saison. Aussi, en raison de la sous-estimation du nombre de noisettes

⁹ Suggestion de Laurie Brown (Communication personnelle, 1^{er} mars 2017).

lors du dénombrement de mi-saison, les estimés de % de perte se situent fort probablement en dessous du % réel. En raison des contraintes de temps, cet exercice n'a pas pu être réalisé sur l'ensemble des noisetiers étudiés.

Tableau 3. Estimé de % de perte par prédation par dénombrement comparatif

Identifiant du noisetier	Dénombrement de mi-saison	Dénombrement à la récolte	% perte
'Aldara' (R5-019)	130	86	32%
'Aldara' (R5-061)	229	40	83%
'Andrew' (R9-007)	60	67	-12%
'Andrew' (R9-043)	84	101	-20%
'Andrew' (R9-049)	285	304	-8%
'Andrew' (R9-061)	79	42	42%
'Andrew' (R9-079)	13	15	-15%
B	1407	1296	7%
F	574	610	-7%
L	468	148	68%
T	485	524	-10%
Y	634	660	-5%

3.3.2 Estimation du nombre de fragments de coques

Lors de la récolte, une estimation visuelle du nombre de fragments de coques au sol a été réalisée. Il s'agissait de coques vides laissées par les prédateurs de noisettes les ayant consommées directement sur place. Cela peut être attribuable aux rats laveurs, aux rongeurs et aux geais bleus. Dans la Figure 10, l'ensemble des fragments de coques laissés au pied du noisetier 'Aldara' R9-172 a été regroupé pour la photo. Selon mon estimation, l'équivalent d'environ 50 noisettes vides s'y trouvait, représentant une perte de 40 % de rendement pour cet arbuste. Toutefois, il est important de noter que les prédateurs de noisettes, en particulier les rongeurs et les geais bleus, transportent fréquemment les noisettes pour les consommer à l'écart du site ou pour constituer des caches de réserve. La méthode du dénombrement comparatif a justement permis d'estimer, dans tous les cas, un % de perte supérieur à celui déterminé par l'estimation du nombre de fragments de coques au sol, signifiant vraisemblablement qu'une certaine proportion des noisettes récoltées par les prédateurs n'avait pas été consommée sur place.



Figure 10. Fragments de coques vides laissés au pied du noisetier ‘Aldara’ (R9-172) par les prédateurs de noisettes. Selon mon estimation, 50 noisettes vides s’y trouvaient, représentant une perte de 40 % de rendement. Source : Vincent Hamann-Benoit.

3.4 Estimation des rendements

3.4.1 Récolte

L’une des difficultés en ce qui a trait à la récolte de noisettes est de procéder suffisamment tôt afin de devancer la majorité des prédateurs, mais suffisamment tard afin que celles-ci soient mures ([Rutter et al. 2015](#)). Pour ce faire, la méthode de la date d’abscision, détaillée dans [Rutter et al. \(2015\)](#), a été utilisée. Selon cette dernière, une pression est exercée sur la noisette afin de déterminer si elle est libre ou si elle se détache facilement de l’involucre, au niveau de l’hile¹⁰ (ibid.) Lorsque plus de 80 % des noisettes au sein d’un arbuste ont atteint ce stade, il peut être récolté en entier (ibid.).

Ainsi, les noisettes ont été récoltées manuellement, à même les arbustes, au cours des derniers jours du mois d’août et des premières semaines du mois de septembre 2017. Les dates de récolte sont indiquées dans le Tableau 4. Pour les noisetiers X et Y, qui semblaient avoir un taux de remplissage plutôt faible lors de la récolte du 11 septembre malgré un taux d’abscision dépassant les 80 %, une branche a été laissée une semaine de plus avant d’être récoltée, soit jusqu’au 18 septembre. Cela m’a permis d’évaluer l’effet de cette période de maturation supplémentaire sur le calibre de l’amande, et conséquemment sur le taux de remplissage. Pour

¹⁰ Point d’attache entre la noisette et l’involucre ([Rutter et al. 2015](#)).

quelques individus, une certaine portion des noisettes s’était libérée de l’involucre et a été récoltée au sol.

Tableau 4. Cultivars et semis prometteurs classés selon la date de récolte. Les lignes ombragées correspondent aux noisetiers dont la date de maturation est considérée comme hâtive, dans le cadre de cette étude.

Noisetier (cultivar ou individu)	Date de récolte (2017)
Z	30 août
H	31 août
‘Andrew’ 5 ans	30 août au 1 sept.
‘Aldara’ 5 ans	31 août au 3 sept.
‘Aldara’ 4 ans	1 sept.
Q	1 sept.
U	1 sept.
C	11 sept.
E	11 sept.
F	11 sept.
G	11 sept.
I	11 sept.
K	11 sept.
L	11 sept.
M	11 sept.
N	11 sept.
O	11 sept.
R	11 sept.
S	11 sept.
T	11 sept.
V	11 sept.
W	11 sept.
X	11 sept.
Y	11 sept.
A	18 sept.
B	18 sept.
D	18 sept.
J	18 sept.
P	18 sept.
X-branche	18 sept.
Y-branche	18 sept.

3.4.2 Séchage et séparation des involucres

Les noisettes récoltées, demeurant la plupart du temps à l’intérieur de l’involucre, ont été transférées dans des sacs de mèches portant le numéro d’identification de l’arbuste. Ces sacs ont été mis à sécher sur des plates-formes grillagées, à l’extérieur, se retrouvant exposés au soleil et

au vent pendant environ 3 jours. À la suite de cette première étape de séchage, il a été relativement facile de séparer les noisettes des involucre, en les brassant vigoureusement dans un sceau de plastique, puis en séparant manuellement celles qui étaient restées accrochées (voir Figure 11). Le pourcentage des noisettes s'étant détachées seules des involucre lors du brassage a été par la suite estimé. De plus, une cote globale de facilité de séparation des involucre a été attribuée à chaque noisetier, selon une échelle de 1 à 5, où 1 équivaut à une majorité d'involucre se détachant seuls ou sans effort et où 5 équivaut à une majorité d'involucre devant être séparés manuellement, avec beaucoup d'effort.



Figure 11. Séparation des noisettes et des involucre dans un sceau de plastique. Source : Vincent Hamann-Benoit.

Le taux d'humidité visé pour les noisettes en coque séchées est de 5 à 8 % afin de minimiser les risques de formation de moisissure ([Leuty et al. 2012](#)). Afin d'atteindre ce taux d'humidité standard, le séchage s'est ensuite poursuivi pendant environ 10 semaines, les sacs de noisettes étant d'abord suspendus sous le toit d'un garage où les températures atteignent 30-35 °C durant les journées ensoleillées (environ 6 semaines), puis dans une pièce chauffée, à proximité d'un poêle à bois (environ 4 semaines) (voir Figure 12). Il est important de noter qu'avec des conditions plus optimales, il est tout à fait possible de déshydrater les noisettes en quelques jours, idéalement en moins de 24 heures afin d'en maximiser la qualité ([Leuty et al. 2012](#)). Afin de mesurer le taux d'humidité des noisettes durant la période de séchage, la méthode de la déshydratation au four à microonde a été utilisée, permettant de mesurer la perte en eau des noisettes, et donc leur % d'humidité.

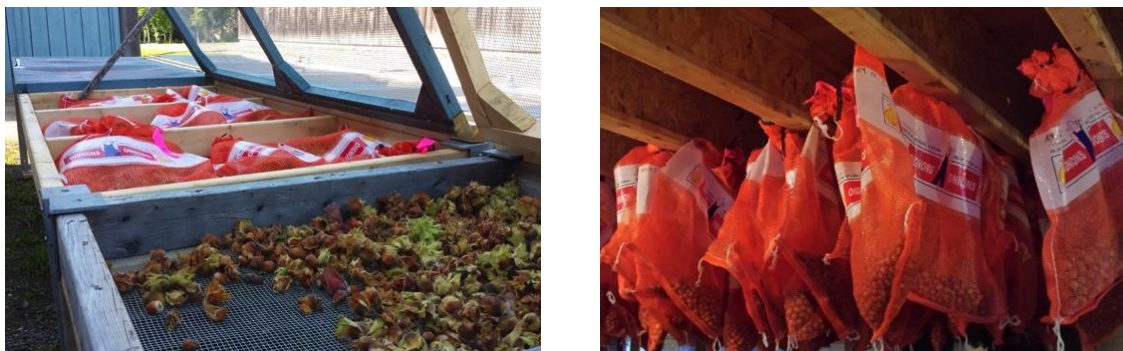


Figure 12. Séchage des noisettes en deux étapes. Gauche: à l'extérieur sur étagères grillagées. Droite: à l'intérieur, dans des sacs de mèches suspendus. Source : Vincent Hamann-Benoit.

3.4.3 Mesure du rendement par arbuste

Le rendement total par arbuste a été mesuré en pesant la récolte entière à l'aide d'une balance portable, une fois les noisettes séparées des involucre et une fois le taux d'humidité final atteint, soit 5 à 8 %. Le rendement total correspond donc au poids sec pour les noisettes entières (avec coques). Les mesures de rendement ont par la suite été ajustées en fonction du taux de prédation estimé. Les rendements indiqués dans la section Résultats, et dans les Fiches techniques, correspondent aux valeurs ajustées.

Tableau 5. Exemples d'ajustement des valeurs de rendement en fonction du taux de prédation estimé

Noisetier	Rendement (noisettes entières)	Taux de prédation estimé	Formule d'ajustement	Rendement ajusté (noisettes entières)
X	1029,1 g	0,00 %	$1029 \text{ g} / (1 - 0,00)$	1029,1 g
A	1012,4 g	1,04 %	$1012,4 \text{ g} / (1 - 0,0104)$	1023,1 g
H	130,4 g	69,16 %	$130,4 \text{ g} / (1 - 0,6916)$	422,8 g

3.5 Caractérisation de la qualité des noisettes

3.5.1 Poids moyen des noisettes entières

Le poids moyen des noisettes entières (précision de 0,01 g) a été estimé en pesant un échantillon de 20 noisettes sélectionnées de façon aléatoire pour chaque arbuste¹¹. Cet échantillon

¹¹ Balance utilisée : Mettler Toledo Classic Plus PB-4002-S/FACT, identifiée par le numéro 2, dans le laboratoire 3324 du Pavillon Paul-Comtois de l'Université Laval.

a été utilisé pour évaluer les autres traits de qualité. Un test préalable avait permis de déterminer qu'un échantillon de 20 noisettes permettait d'estimer le poids moyen presque aussi fidèlement qu'un échantillon de 50 noisettes. Un échantillon de 20 noisettes est néanmoins supérieur à ce qui est suggéré dans [Fischbach \(2010\)](#) et dans [Mehlenbacher et al. \(2011\)](#), ces auteurs ayant recours à des échantillons de 10 noisettes pour déterminer le calibre et le taux de remplissage moyens.

Les noisettes vides, pouvant être repérées grâce à leur fort rebondissement, ont pu être retirées pour ne pas biaiser le calcul du poids moyen.

3.5.2 Poids moyen des amandes

Afin d'en déterminer le poids moyen, souvent désigné par le terme calibre, les 20 amandes ont été retirées de leur coque à l'aide d'un casse-noisette manuel (modèle HMQ). La facilité de cassage de la coque et d'extraction de l'amande a été notée, selon une échelle de 1 à 5, où 1 équivaut à un cassage et à une extraction très faciles, ce qui était plus souvent le cas pour les noisettes fortement sphériques et à coque mince et dont l'épaisseur est uniforme, et où 5 équivaut à un cassage et à une extraction très difficiles.

3.5.3 Taux de remplissage

Le taux de remplissage des noisettes (%), ou ratio (amande / noisette) a par la suite été calculé en divisant le poids de l'amande par le poids de la noisette entière.

3.5.4 Sphéricité

Les schémas et formules détaillés dans [Güner et al. \(2003\)](#) ont été utilisés afin de déterminer le diamètre géométrique (mm) et la sphéricité (%) des amandes. Les mesures ont été prises à l'aide d'un vernier numérique (précision de 0,01 mm). Des exemples d'amandes fortement sphériques et ovales sont présentés dans la Figure 13. Généralement, les noisettes sphériques répondent mieux aux besoins du marché de la transformation, lequel est dominé par Ferrero, entre autres parce que la torréfaction de l'amande en est facilitée ([Taghavi et al. 2020](#))¹². Toutefois, les amandes de forme plus allongée peuvent bien répondre aux critères de certaines autres voies de commercialisation, notamment le marché de la noisette entière (ibid.)

¹² L'expression « shape index (SI) » est utilisée dans cette étude pour désigner l'indice de sphéricité.



Figure 13. Exemples d'amandes fortement sphérique (92 %) et ovale (65 %). Source : Vincent Hamann-Benoit.

3.5.5 Épaisseur moyenne de la coque

L'épaisseur de la coque (mm) a été mesurée à l'aide d'un vernier numérique (précision de 0,01 mm), calculant une moyenne pour cinq fragments sélectionnés de façon aléatoire au sein du même échantillon de 20 noisettes. Puisque l'épaisseur de la coque varie en fonction de la position sur la noisette, elle a toujours été prise au même endroit, vers le milieu de la paroi latérale, c'est-à-dire à l'endroit où sa valeur correspond, approximativement, à la médiane.

3.5.6 Pourcentage de défauts

Pour chacun des arbustes, le pourcentage de défauts des noisettes et amandes a été évalué par repérage visuel sur le même échantillon de 20 noisettes. Les différents types de défauts considérés dans le cadre de l'étude sont présentés dans la Figure 14. Ceux-ci incluent les amandes noirâtres, les amandes ratatinées ou desséchées, les amandes très fibreuses, les amandes mal formées, les noisettes mal remplies et les noisettes vides. Ces catégories de défauts ont été établies en fonction de celles présentées dans [Rutter et al. \(2015\)](#). L'abondance de fibres sur l'amande a par ailleurs été évaluée selon une échelle de 0 à 5, où 0 équivaut à une absence de fibres et 5 équivaut à une amande entièrement recouverte de fibres épaisses.



Figure 14. Exemples de défauts observés sur les amandes et noisettes dans le cadre de l'étude. De gauche à droite: (1) amande ratinée et noirâtre (2) amande ratinée ou desséchée (3) amande très fibreuse (4) amande mal formée (5) noisette mal remplie (6) amande mal formée (7) amande mal formée (8) noisette (coque) vide (9) noisette (coque) vide. Source : Vincent Hamann-Benoit.

3.5.7 Test gustatif

Bien qu'une véritable évaluation organoleptique n'ait pu être réalisée dans le cadre de l'étude, une cote de saveur a tout de même été attribuée aux amandes pour chacun des noisetiers étudiés. Elle ne constitue qu'une évaluation préliminaire de la saveur, réalisée par une seule personne sur un échantillon de cinq amandes par plant, à l'état cru et sec (taux d'humidité de 5 à 8 %). Une échelle comportant trois niveaux a été établie, où 0 = saveur ordinaire ou médiocre, 1 = saveur bonne et 2 = saveur excellente. Dans le cas où les amandes recevaient une cote de 0, cinq amandes ont été grillées afin de vérifier si cela pouvait en bonifier la saveur. Le sous-échantillon a été grillé pendant 10 minutes, dans un four préchauffé à 140 °C. Ce même test a été réalisé pour les cultivars 'Aldara' et 'Andrew'. Les résultats de ce test sont présentés dans le Tableau 6.

Bien que ce test gustatif soit préliminaire, les différences étaient nettement perceptibles et la catégorisation parmi les trois niveaux se faisait aisément. En raison du niveau de subjectivité élevé de la méthode utilisée, aucun noisetier prometteur n'a toutefois été rejeté de la sélection en fonction de l'obtention d'une cote de 0. Cela étant dit, j'ai tenu compte de la cote de saveur pour l'établissement du classement de semis prometteurs, parmi les noisetiers sélectionnés en fonction des critères plus objectifs. Par exemple, les noisetiers ayant obtenu une cote de saveur de 2, en plus d'autres caractéristiques souhaitables, ont été priorisés par rapport à ceux ayant des caractéristiques équivalentes, mais dont la cote de saveur était de 0 ou 1.

Tableau 6. Cote de saveur des amandes crues (5 à 8 % d’humidité) et grillées

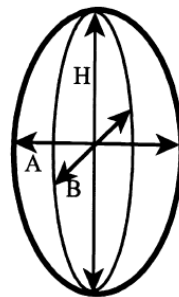
Noisetier	Cote initiale (amandes crues)	Cote secondaire (amandes grillées)	Notes
‘Aldara’	2	2	
‘Andrew’	1	1	
C	0	0	
P	0	2	Amandes sucrées et fruitées une fois grillées
T	0	1	
Y	0	1	

3.6 Caractérisation des traits morphologiques, de la vigueur et de la résistance à la brûlure orientale

3.6.1 Traits morphologiques

La hauteur maximale et le diamètre maximal des arbustes tel que détaillé dans [Fischbach \(2010\)](#) ont été évalués à l’aide d’un ruban à mesurer. Deux mesures de diamètre maximal ont été recueillies, soit de manière parallèle et perpendiculaire par rapport à la rangée. À partir de ces mesures, le diamètre moyen, la surface et le volume de cime ont pu être calculés, le calcul de ce dernier étant illustré dans la Figure 15. Le nombre de tiges dont l’embranchement se situe à 15 cm ou moins par rapport au niveau du sol, ainsi que le nombre de drageons ayant un diamètre de plus de 5 mm à la base, ont été notés. De plus, le nombre total de coupes à la base du plant a été dénoté afin d’évaluer les interventions de taille antérieures. Dans le but d’évaluer l’intensité du drageonnage, le nombre de drageons et le nombre de coupes ont été additionnés, la somme obtenue étant catégorisée selon trois niveaux d’intensité, faible (0 à 15 drageons), moyen (16 à 35) et élevé (36 à 64).

Derived canopy volume formula



$$CV = \frac{2}{3} \pi H (A/2 \times B/2)$$

Figure 15. Schéma représentant le calcul du volume de cime. Source : [Thorne et al. \(2002\)](#).

Afin de caractériser le port des plants, une typologie comprenant huit formes a été élaborée (voir Figure 17). Bien que plusieurs noisetiers correspondent assez bien à l'une ou l'autre de ces catégories, certains correspondent plutôt à des formes hybrides.

3.6.2 Vigueur

Deux indications de vigueur ont été élaborées, soit une échelle d'apparence du feuillage de 0 à 5, où 0 = feuillage fortement sénescé, d'apparence carencée ou fortement malade et 5 = feuillage parfaitement beau, vert et sain, et un indice de mortalité des branches évalué selon une échelle de 0 à 5, où 0 = aucun signe de mortalité et 5 = symptômes de mortalité présents sur plus de 50 % des branches. De plus, la vigueur des plants voisins a été notée, afin de documenter, par exemple, la présence de plants atteints de brûlure orientale ou la présence d'un dépérissement généralisé dans certaines zones, pouvant être lié à des problèmes de drainage, par exemple.

3.6.3 Sensibilité à la brûlure orientale

La sensibilité à la brûlure orientale a été caractérisée en ayant recours à la méthode détaillée dans [Leadbetter et al. \(2016\)](#), selon une échelle de 0 à 5, où 0 équivaut à l'absence de symptômes¹³ et 5 équivaut à l'omniprésence des chancres sur les rameaux, indiquant une forte sensibilité à cette maladie fongique (voir Figure 16)¹⁴.



Figure 16. La présence de chancres tels que ceux illustrés sur cette image sur la majorité des rameaux d'un noisetier équivaut à une cote de 5 sur l'échelle [Leadbetter et al. \(2016\)](#). Source : Vincent Hamann-Benoit.

¹³ Une absence de symptômes à un moment donné ne signifie pas nécessairement qu'un plant est résistant ou immunisé.

¹⁴ Les autres données recueillies dans le cadre de cette étude sont considérées comme moins importantes et elles ne sont donc pas détaillées dans ce rapport. Dans plusieurs cas, il s'agissait d'observations particulières notées sont forme de commentaires généraux.

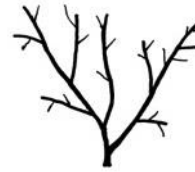
Forme 1

Plant érigé, une seule tige



Forme 5

Plant en entonnoir, une seule tige à la base



Forme 2

Plant érigé, plusieurs tiges



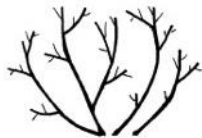
Forme 6

Plant semi-érigé
(*plus étroit à la base que la forme 4)



Forme 3

Plant arrondi, assez compact



Forme 7

Plant bas et étalé
(*possiblement à cause du poids des noisettes)



Forme 4

Plant semi-érigé, légèrement étalé



Forme 8

Plant érigé, port en colonne
tiges peu nombreuses



Figure 17. Schémas représentant les huit types de ports ayant été identifiés parmi les noisetiers du site.
Source : Vincent Hamann-Benoit.

3.7 Contribution à l'identification de noisetiers prometteurs

À la suite de la présélection de 26 semis sur le terrain, une première indication de mauvaise qualité, soit la présence d'une amande extrêmement fibreuse (cote de 5 sur une échelle de 0 à 5) a permis d'éliminer les noisetiers M et O (voir Figure 18). Différents critères de sélection ont par la suite été combinés afin de hiérarchiser les noisetiers prometteurs au sein du groupe de 24 individus restants. Les mesures de rendement par arbuste, par surface de cime et par volume de cime ont été considérées en priorité, suivies du calibre de l'amande. Le taux de remplissage, la sphéricité, le pourcentage de défauts, la quantité de fibres, la saveur, la facilité d'extraction de l'amande de la coque, la facilité de séparation des involucre et le port de l'arbuste ont également été considérés de manière systématique, l'importance leur étant accordée étant toutefois légèrement moins élevée. Finalement, la présence de symptômes de brûlure orientale (chancres) a permis d'éliminer les noisetiers L et P de la sélection prioritaire. Bien que ces symptômes (cote de 2 et 1, respectivement, sur l'échelle de 0 à 5) ne témoignent pas nécessairement d'une forte sensibilité à cette maladie, je considère qu'il est plus prudent de procéder ainsi dans un processus de sélection. Le classement et les caractéristiques des 10 noisetiers retenus sont présentés dans le Tableau 9, dans la section Résultats.



Figure 18. Exemples d'amandes extrêmement fibreuses, provenant du noisetier M. En raison de cette forte présence de fibres sur l'ensemble des noisettes provenant de cet individu, il a été exclu de la sélection de noisetiers prometteurs. Source : Vincent Hamann-Benoit.

4. Résultats

4.1 Cultivars

4.1.1 Rendement

Le rendement moyen par arbuste, en noisettes entières et en amandes, est présenté dans la Figure 19, pour les cultivars ‘Aldara’ (5 et 4 ans) et ‘Andrew’ (6 ans)¹⁵. Il s’agit, dans tous les cas, du rendement sec (5 à 8 % d’humidité). Les barres d’erreur correspondent à plus ou moins un écart type par rapport à la moyenne.

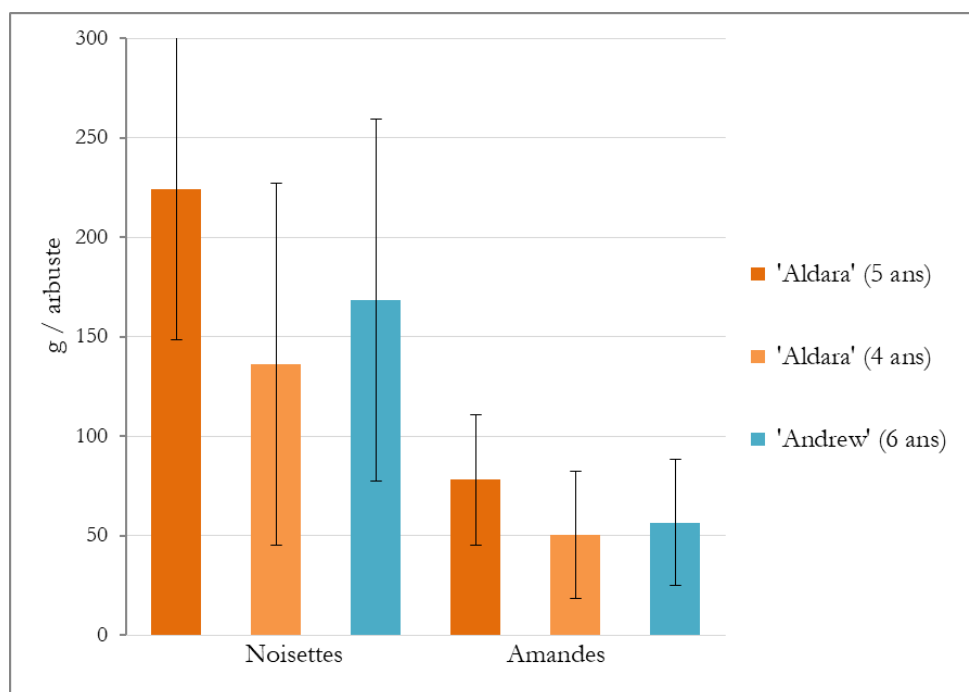


Figure 19. Rendement moyen par arbuste pour les cultivars ‘Aldara’ (5 ans) (n = 8), ‘Aldara’ (4 ans) (n = 10) et ‘Andrew’ (6 ans) (n = 16). Les rendements sont exprimés en noisettes entières sèches (gauche) et en amandes sèches (droite). Les barres d’erreur représentent ± 1 écart type.

4.1.2 Qualité

Les principales mesures de qualité des noisettes, pour les cultivars ‘Andrew’ et ‘Aldara’, sont présentées dans le Tableau 7, en fonction du groupe d’âge.

¹⁵ Les rendements en amandes par surface et volume de cime, pour les deux cultivars, apparaissent dans la section 5. Analyse et discussion.

Tableau 7. Mesures de qualité et observations liées aux caractéristiques des noisettes pour les cultivars ‘Aldara’ (5 ans) (n = 8), ‘Aldara’ (4 ans) (n = 10) et ‘Andrew’ (6 ans) (n = 16). Se référer à la section 3. Méthodologie ou au Tableau 10 pour plus de détails par rapport aux échelles d’évaluation.

Caractéristiques des noisettes	'Aldara' (5 ans)	'Aldara' (4 ans)	'Andrew' (6 ans)
Calibre de l'amande * (g)	0,76	0,70	0,97
Taux de remplissage (%)	36	37	37
Sphéricité de l'amande (%)	81	81	84
% de défauts	21	35	15
% de noisettes vides **	11	10	14
Fibres (0 à 5)	0	0	1
Saveur (0, 1 ou 2)	1,3	1,3	0,9
Épaisseur de la coque (mm)	1,18	1,10	1,75
Facilité d'extraction de l'amande (1 à 5)	1	1	3
Facilité de séparation de l'involucre (1 à 5)	2	2	1
Prédation (%)	42	25	3

* 5 à 8 % d’humidité

** Le nombre de noisettes vides est pris en compte dans le calcul du % de défauts.

4.1.3 Morphologie, vigueur et résistance à la brûlure orientale

Les mesures liées à la morphologie, à la vigueur et à la sensibilité à la brûlure orientale des cultivars ‘Andrew’ et ‘Aldara’ sont présentées dans le Tableau 8, en fonction du groupe d’âge. La silhouette représentant la forme de chacun des cultivars est incluse dans la section 4.3 Fiches techniques.

Tableau 8. Traits morphologiques, de vigueur et de résistance à la brûlure orientale, pour les cultivars ‘Aldara’ (5 ans) (n = 8), ‘Aldara’ (4 ans) (n = 10) et ‘Andrew’ (6 ans) (n = 16). Se référer à la section 3. Méthodologie ou au Tableau 10 pour plus de détails par rapport aux échelles d’évaluation.

Traits morphologiques, de vigueur et de résistance à la brûlure orientale	‘Aldara’ (5 ans)	‘Aldara’ (4 ans)	‘Andrew’ (6 ans)
Hauteur (m)	1,65	1,48	2,27
Diamètre moyen (m)	1,59	1,22	1,39
Surface de cime (m ²)	2,01	1,19	1,54
Volume de cime (m ³)	2,25	1,19	2,34
Nombre de tiges	4	4,7	5
Somme (drageons + coupes)	16	8	21
Intensité du drageonnage	Moyen	Faible	Moyen
Indice de brûlure orientale (0 à 5)	0,4	0	0
Indice chatons (1 à 5)	4	3	5
Apparence du feuillage (0 à 5)	3	2	3
Mortalité des branches (0 à 5)	1	1	0
Port (numéro de la forme) *	4	4	2 et 8

*Se référer à la section

4.3 Fiches techniques pour un aperçu visuel de la forme.

4.2 Semis prometteurs

Les différentes mesures de rendement en amandes sèches (5 à 8 % d’humidité), le calibre de l’amande, le taux de remplissage, de même que les différentes mesures de qualité et autres observations ayant servi à sélectionner les 10 semis les plus prometteurs du site sont présentés dans le Tableau 9, de manière récapitulative. L’indice de sensibilité à la brûlure orientale, bien que très important, n’est pas indiqué, les 10 noisetiers retenus ayant un indice de 0. La première colonne de gauche indique l’inclusion dans l’une de deux sous-catégories, soit le Groupe 1, constitué des noisetiers les plus intéressants (« marcottage prioritaire ») et le Groupe 2, pour lequel un suivi soutenu est recommandé (« suivi prioritaire »). Pour les mesures de rendement et le calibre, considérés comme les deux caractéristiques les plus importantes pour la sélection, le rang sur 24 est indiqué entre parenthèses, ce dernier ayant facilité la hiérarchisation des phénotypes prometteurs parmi la présélection de 24 noisetiers. Les autres mesures sont exprimées soit en pourcentage, soit selon l’échelle d’évaluation correspondante, dont les explications se

trouvent dans la section 3. Méthodologie et dans le Tableau 10. La Figure 20 présente ensuite, sous forme d’histogramme, le rendement en amandes par arbuste et le calibre moyen de l’amande pour les 10 semis les plus prometteurs du site.

Tableau 9. Tableau récapitulatif des caractéristiques des 10 semis les plus prometteurs du site. Pour les mesures de rendement et le calibre de l’amande, le rang sur 24 est indiqué entre parenthèses (1 = premier rang). Les autres caractéristiques sont exprimées soit en pourcentage, soit selon la cote établie, le cas échéant. Se référer au Tableau 10 ou à la section 3. Méthodologie pour davantage d’explications. *N.B.* Mesures évaluées sur les noisettes et amandes sèches (5 à 8 % d’humidité).

Groupe	Noisetier	Rendement et calibre (rang sur 24)				Autres caractéristiques							
		Rendement amandes / arbuste (g)	Rendement amandes / surface de cime (g/m ²)	Rendement amandes / volume de cime (g/m ³)	Calibre de l’ amande (g)	Taux de remplissage (%)	Sphéricité de l’ amande (%)	% de défauts	Fibres (0 à 5)	Saveur (0, 1 ou 2)	Facilité d’ extraction de l’ amande (1 à 5)	Facilité de séparation de l’ involucre (1 à 5)	Port (numéro de la forme)
1. Marcottage prioritaire	A	352 (9)	194 (9)	171 (9)	0,75 (7)	40	92	20	0	1	2	3	4
	G	441 (6)	288 (2)	309 (1)	0,63 (18)	39	85	10	1	1	3	1	3
	I	468 (3)	275 (3)	266 (4)	0,59 (20)	44	83	15	1	2	3	3	3
	J	918 (1)	383 (1)	287 (3)	0,66 (17)	49	87	25	1	1	2	1	4
	N	544 (2)	271 (4)	246 (5)	0,78 (5)	46	83	20	1	1	2	1	4
	W	336 (11)	117 (15)	73 (18)	0,72 (11)	47	78	10	3	2	2	2	6
2. Suivi prioritaire	B	464 (4)	256 (5)	295 (2)	0,43 (23)	36	86	10	0	2	2	2	3,4
	T	367 (8)	109 (17)	77 (17)	0,88 (2)	44	85	25	2	0	2	3	4
	X*	315 (12)	247 (6)	148 (11)	0,72 (10)	34	82	45	1	1	2	1	2,8
	Y*	458 (5)	229 (8)	127 (13)	0,73 (9)	33	83	30	1	0	2	3	2,8

*Pour les noisetiers X et Y, les caractéristiques des noisettes et amandes sont nettement plus intéressantes pour celles laissées une semaine de plus avant la récolte (voir section 5. Analyse et discussion).

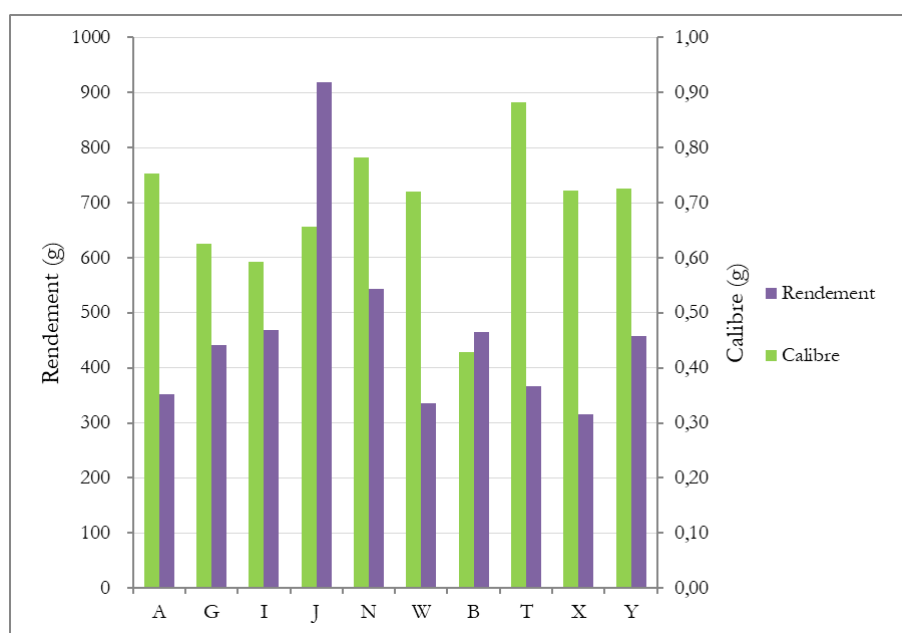


Figure 20. Rendement en amandes par arbuste et calibre moyen de l'amande pour les 10 semis les plus prometteurs du site (5 à 8 % d'humidité). *N.B.* Pour les noisetiers X et Y, voir la section 5. Analyse et discussion pour plus de détails par rapport au calibre de l'amande.

4.3 Fiches techniques

Dans la section suivante se retrouvent les fiches techniques présentant les noisetiers de façon détaillée. Elles comprennent les mesures de rendement, de qualité et les observations ayant servi à la sélection officielle (voir Tableau 9), de même que d'autres indications intéressantes, telles que l'abondance des chatons, l'indice de drageonnage et l'épaisseur moyenne de la coque. Les indices sont tous définis dans le glossaire technique qui précède les fiches (voir Tableau 10). Dans le but de synthétiser l'évaluation, les forces et faiblesses principales sont mises en lumière pour chacun des noisetiers. Des photos représentatives sont également incluses afin de documenter l'aspect général des noisettes fraîches encore contenues dans l'involucre, l'aspect des noisettes, des amandes et des fragments de coque séchés, de même que l'apparence de l'arbuste. Une silhouette stylisée représente le port et les dimensions réelles de l'arbuste. Les fiches présentent d'abord les six noisetiers les plus prometteurs (« marcottage prioritaire »), pour lesquels une multiplication végétative pourrait être envisagée à plus court terme étant donné les caractéristiques particulièrement intéressantes des individus, bien qu'une prise de données sur plusieurs saisons soit d'abord recommandée. Suivent les quatre noisetiers appartenant au groupe « suivi prioritaire », dotés de bonnes caractéristiques, mais dont un certain nombre de défauts devrait inciter les propriétaires du site à les étudier plus longuement et à recueillir davantage de données avant de songer à les multiplier. Finalement, des fiches sont également présentées pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans).

Tableau 10. Glossaire d'accompagnement pour les fiches techniques. Pour les indices marqués d'un astérisque *, des explications plus détaillées sont fournies dans la section 3. Méthodologie. *N.B.* Les photos de noisettes fraîches contenues dans l'involucre ne correspondent pas à la dimension réelle. Se référer plutôt à l'échelle fournie pour les photos de noisettes séchées et de fragments de coque.

Abondance des chatons	Échelle de 1 à 5, où 1 = très petit nombre de chatons sur l'arbuste et 5 = nombre de chatons très élevé (observations au printemps 2018 seulement).								
Cassage et extraction de l'amande *	Échelle de 1 à 5, où 1 = cassage et extraction très faciles (le plus souvent pour les noisettes ayant une coque mince et uniforme), et 5 = très difficiles.								
Défauts *	Échantillon de 20 noisettes. Cette cote combine les défauts des noisettes et des amandes et comprend le % de noisettes vides.								
Drageonnage *	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de drageons + coupes</th> <th>Cote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 à 15</td> <td>Faible</td> </tr> <tr> <td>16 à 35</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>36 à 64</td> <td>Élevé</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de drageons + coupes	Cote	0 à 15	Faible	16 à 35	Moyen	36 à 64	Élevé
Nombre de drageons + coupes	Cote								
0 à 15	Faible								
16 à 35	Moyen								
36 à 64	Élevé								
Fibres	Échelle de 0 à 5, où 0 = aucune fibre, toutes les amandes étant parfaitement lisses et 5 = toutes les amandes sont recouvertes de fibres épaisses.								
Indice de brûlure orientale * :	Échelle de 0 à 5, où 0 = totale absence de symptômes et 5 = symptômes omniprésents, équivalant à une forte sensibilité à la brûlure orientale (<i>Anisogramma anomala</i>) (Leadbetter et al. 2016).								
Maturation hâtive des noisettes *	Les noisetiers pour lesquels la date d'abscission avait été atteinte durant les derniers jours du mois d'août et les premiers jours de septembre 2017.								
Port *	Description basée sur une typologie de huit formes, élaborée dans le cadre de cette étude.								
Rendement *	Rendement sec (5 à 8 % d'humidité).								
Rubans *	Rose = indication de production précoce en 2015, bleu = indication de rendement important, de bon calibre et de bon remplissage en 2016.								
Saveur *	0 = ordinaire, 1 = bonne, 2 = excellente (échantillon de 5 amandes).								
Séparation des involucres *	Degré de facilité de séparation des involucres, échelle de 1 à 5, où 1 = la majorité des involucres se détachent seuls ou sans effort et 5 = la majorité doit être séparée manuellement, avec beaucoup d'effort								
Sphéricité de l'amande *	Diamètre géométrique divisé par la longueur, où 100 % = sphère parfaite (Güner et al. 2003).								
Taux de prédation *	Basé sur un dénombrement comparatif (mi-saison et récolte) et une estimation du nombre de fragments de coques au sol lors de la récolte. Les mesures de rendement indiquées dans les fiches ont été ajustées en fonction du taux de prédation estimé.								

4.3.1 Groupe 1 : marcottage prioritaire

Noisetier A

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis du Wisconsin fourni par Mark Shepard et descendant des sélections de Philip A. Rutter.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 023 g

Amandes : 352 g

Amandes / surface de cime : 194 g/m²

Amandes / volume de cime : 171 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,75 g

Ratio amande / noisette : 40 %

Sphéricité de l'amande : 92 %

Épaisseur de la coque : 1,3 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 20 %

Noisettes vides : 20 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 1 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

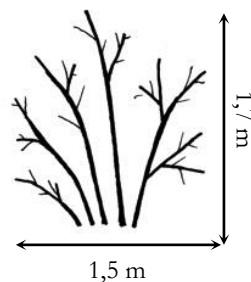
Port : Semi-érigé, légèrement étalé

Forces :

Amandes sans fibre (0), sphériques (92 %), de grosseur moyenne (0,75 g) et constante; bon remplissage (40 %); chatons abondants (4).

Faiblesses :

20 % de noisettes vides (suivi recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier G

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis du Wisconsin fourni par Mark Shepard et descendant des sélections de Philip A. Rutter.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 164 g

Amandes : 441 g

Amandes / surface de cime : 288 g/m²

Amandes / volume de cime : 309 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,63 g

Ratio amande / noisette : 39 %

Sphéricité de l'amande : 85 %

Épaisseur de la coque : 1,7 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 5 %

Noisettes vides : 5 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

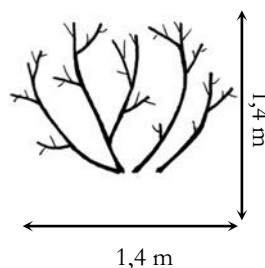
Port : Arrondi, assez compact

Forces :

2^e plus haut rendement en amandes par surface de cime et 1^{er} par volume de cime; amandes ayant très peu de défauts (5 %); involucre se séparant facilement (1); port compact souhaitable pour rendement par unité de surface et accès aux noisettes.

Faiblesses :

Degré de difficulté moyen pour l'extraction de l'amande de la coque (3) (suivi recommandé); amandes pas particulièrement sphériques.



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier I

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis du Wisconsin fourni par Mark Shepard et descendant des sélections de Philip A. Rutter.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 175 g

Amandes : 458 g

Amandes / surface de cime : 275 g/m²

Amandes / volume de cime : 266 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,59 g

Ratio amande / noisette : 44 %

Sphéricité de l'amande : 83 %

Épaisseur de la coque : 1,7 mm

Saveur : Excellente

Défauts (noisettes et amandes) : 15 %

Noisettes vides : 15 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 1 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Rose et bleu

Drageonnage : Élevé

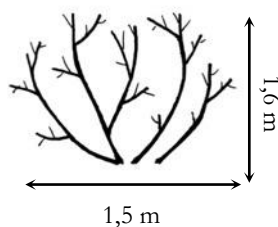
Port : Arrondi, assez compact

Forces :

3^e plus haut rendement en amandes total et par unité de surface; bon remplissage (44 %); noisettes semblant tomber au sol spontanément lorsque matures (72 ramassées au sol); présence de rubans rose et bleu suggère production précoce; port compact souhaitable pour rendement par unité de surface et accès aux noisettes; saveur exceptionnelle (2).

Faiblesses :

Amandes relativement petites (0,59 g); degré de difficulté moyen pour extraction de l'amande de la coque (3) (suivi recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier J

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis du Wisconsin fourni par Mark Shepard et descendant des sélections de Philip A. Rutter.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 2 170 g

Amandes : 918 g

Amandes / surface de cime : 383 g/m²

Amandes / volume de cime : 287 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,66 g

Ratio amande / noisette : 49 %

Sphéricité de l'amande : 87 %

Épaisseur de la coque : 1,4 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 25 %

Noisettes vides : 25 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 1 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Rose

Drageonnage : Moyen-élevé

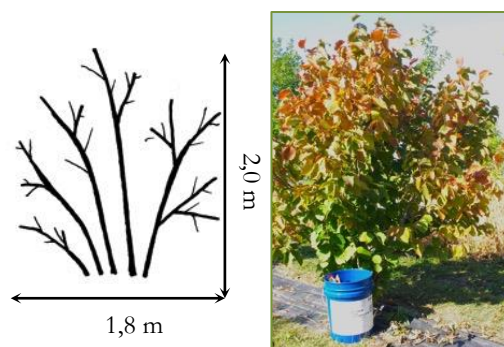
Port : Semi-érigé, légèrement étalé

Forces :

Plus haut rendement en amandes total et par unité de surface, 3^e par volume de cime; très bon remplissage (49 %); beau port et belle vigueur; involucre se séparant facilement (1), 50 % se séparant seules lors du brassage.

Faiblesses :

25 % de noisettes vides (suivi recommandé); coque aplatie, ce qui pourrait rendre l'extraction de l'amande plus difficile (suivi recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier N

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis Northern Heterophylla fourni par la pépinière Grimo, dont le plant mère est inconnu.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 336 g

Amandes : 544 g

Amandes / surface de cime : 271 g/m²

Amandes / volume de cime : 246 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,78 g

Ratio amande / noisette : 46 %

Sphéricité de l'amande : 83 %

Épaisseur de la coque : 1,3 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 20 %

Noisettes vides : 20 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Élevé

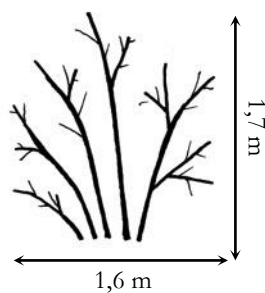
Port : Semi-érigé, légèrement étalé

Forces :

2^e plus haut rendement total en amandes; très bon remplissage (46 %); amandes de grosseur moyenne (0,78 g); noisettes se séparant facilement des involucre (1).

Faiblesses :

Grande proportion de noisettes vides (20 %); drageonnage élevé (le plus élevé parmi tous les noisetiers prometteurs identifiés).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier W

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis Northern Heterophylla fourni par la pépinière Grimo, dont le plant mère est inconnu.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 709 g

Amandes : 336 g

Amandes / surface de cime : 117 g/m²

Amandes / volume de cime : 73 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,72 g

Ratio amande / noisette : 47 %

Sphéricité de l'amande : 78 %

Épaisseur de la coque : 1,0 mm

Saveur : Excellente

Défauts (noisettes et amandes) : 10 %

Noisettes vides : 0 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

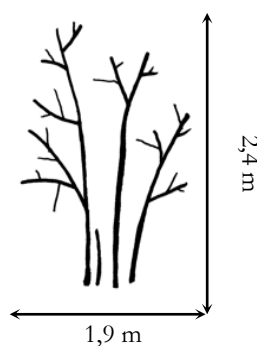
Port : Semi-érigé

Forces :

Très bon remplissage (47 %); 0 % de noisettes vides; amandes savoureuses (2), de grosseur moyenne (0,72 g), il est probable que les noisettes puissent tomber d'elles-mêmes au sol lorsque bien mûres (suivi recommandé); chatons abondants (4).

Faiblesses :

Amandes peu sphériques (78 %).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

4.3.2 Groupe 2 : suivi prioritaire

Noisetier B

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis du Wisconsin fourni par Mark Shepard et descendant des sélections de Philip A. Rutter.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 387 g

Amandes : 464 g

Amandes / surface de cime : 256 g/m²

Amandes / volume de cime : 295 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,43 g

Ratio amande / noisette : 36 %

Sphéricité de l'amande : 86 %

Épaisseur de la coque : 1,5 mm

Saveur : Excellente

Défauts (noisettes et amandes) : 10 %

Noisettes vides : 10 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 7 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Rose et bleu

Drageonnage : Moyen

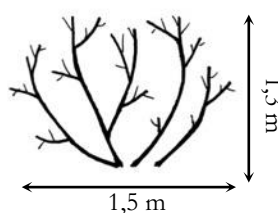
Port : Assez compact, légèrement étalé

Forces :

Amandes sans fibres et à saveur excellente; peu de défauts (10 %); présence de rubans rose et bleu suggère production précoce; 65 % des noisettes se détachant seules lors de la séparation des involucre; 2^e plus haut rendement en amandes par volume de cime; port compact souhaitable pour rendement par unité de surface et accès.

Faiblesses :

Amandes petites (0,43 g); amandes se séparant en deux lors du cassage manuel de 2017 (suivi recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier T

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis Northern Heterophylla fourni par la pépinière Grimo, dont le plant mère est inconnu.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 954 g

Amandes : 367 g

Amandes / surface de cime : 109 g/m²

Amandes / volume de cime : 78 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,88 g

Ratio amande / noisette : 44 %

Sphéricité de l'amande : 85 %

Épaisseur de la coque : 1,2 mm

Saveur : Ordinaire (bonne lorsque l'amande est grillée)

Défauts (noisettes et amandes) : 25 %

Noisettes vides : 20 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Faible

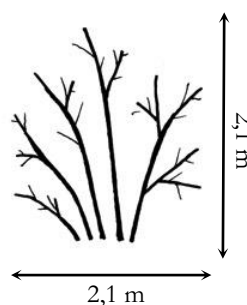
Port : Semi-érigé, légèrement étalé

Forces :

2^e plus gros calibre d'amandes (0,88 g); amandes se séparant facilement de la coque (1); belles noisettes tigrées; bon remplissage (44 %); involucre petits ; 40 % des noisettes se détachant seules lors de la séparation des involucre; chatons abondants (4); drageonnage faible (11).

Faiblesses :

Saveur pas particulièrement bonne (0), mais s'améliorant une fois les amandes grillées (1) (suivi recommandé); 20 % de noisettes vides (suivi recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier X

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis Northern Heterophylla fourni par la pépinière Grimo, dont le plant mère est inconnu.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1029 g

Amandes : 315 g

Amandes / surface de cime : 247 g/m²

Amandes / volume de cime : 148 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,72 g*

Ratio amande / noisette : 34 %

Sphéricité de l'amande : 82 %

Épaisseur de la coque : 1,7 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 45 %*

Noisettes vides : 15 %



Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

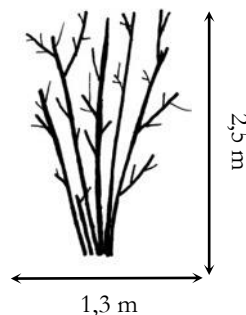
Port : Érigé, assez étroit, plusieurs tiges

Forces :

Bon rendement par surface de cime; amandes de grosseur moyenne (0,72 g); coque épaisse, mais se cassant facilement; noisettes se détachant facilement des involucre (1); port en colonne souhaitable pour rendement par unité de surface et accès facile.

Faiblesses :

45 % de défauts; *N.B. Statistiques plus prometteuses sur une branche laissée une semaine de plus avant la récolte : 20 % de défauts, amandes de 0,92 g (3^e rang), amandes également mieux formées et plus sphériques que sur le reste de l'arbuste; 90 % des amandes se détachant seules lors de la séparation des involucre (suivi général en fonction de la date de récolte recommandé).



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

Noisetier Y

Année de plantation : 2012

Parenté : Plant issu d'un semis Northern Heterophylla fourni par la pépinière Grimo, dont le plant mère est inconnu.

Statistiques 2017 (6^e année)

Rendement :

Noisettes entières : 1 417 g

Amandes : 458 g

Amandes / surface de cime : 229 g/m²

Amandes / volume de cime : 127 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,73 g*

Ratio amande / noisette : 33 %

Sphéricité de l'amande : 83 %

Épaisseur de la coque : 1,4 mm

Saveur : Ordinaire (bonne lorsque l'amande est grillée)

Défauts (noisettes et amandes) : 30 %*

Noisettes vides : 5 %



Autres :

Taux de prédation estimé : 0 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

Port : Plant érigé, légèrement étalé

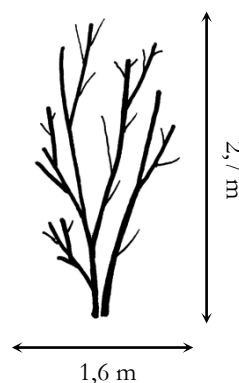


Forces :

Bon rendement en amandes total et par surface de cime; amandes moyennes (0,73 g); belle apparence des noisettes et des amandes, tigrées.

Faiblesses :

30 % de défauts; dont 25 % de noisettes mal remplies; saveur ordinaire (0), devenant agréable lorsque les amandes sont grillées (1), quoique légèrement insipide; *N.B. Statistiques plus prometteuses sur une branche laissée une semaine de plus avant la récolte : 20 % de défauts; amandes de 1,01 g (2^e rang); saveur plus savoureuse que sur le reste de l'arbuste (1); suivi de ces caractéristiques en fonction de la date de récolte recommandé.



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

4.3.3 Groupe 3 : cultivars commerciaux

'Aldara'

Année de plantation : 2013

Parenté : Cultivar issu d'un semis du groupe Northern Asian / Québec (Grimo 2019). Il pourrait s'agir d'un hybride entre un noisetier de Russie (*C. heterophylla*) et un noisetier américain (*C. americana*) (ibid.). Ce cultivar a été multiplié en raison de sa productivité remarquable et régulière, de sa rusticité, de la grosseur, de la forme et de la qualité de ses noisettes, ainsi que pour sa résistance à la brûlure orientale (ibid.). Les allèles S sont connus (25 et 27), mais leur expression au niveau du pollen demeure incertaine (ibid.).

Statistiques 2017 (5^e année)

*Moyenne d'un échantillon aléatoire de 8 individus

Rendement :

Noisettes entières : 224 g

Amandes : 78 g

Amandes / surface de cime : 41 g/m²

Amandes / volume de cime : 37 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,76 g

Ratio amande / noisette : 36 %

Sphéricité de l'amande : 81 %

Épaisseur de la coque : 1,2 mm

Saveur : Bonne à excellente

Défauts (noisettes et amandes) : 21 %

Noisettes vides : 11 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 42 %

Indice de brûlure orientale : 0,4 (légère sensibilité)

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

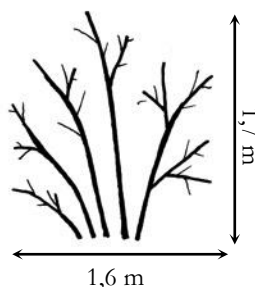
Port : Semi-érigé, légèrement étalé

Forces :

Saveur bonne à excellente; amande facile à extraire; potentiel intéressant pour le calibre de l'amande, mais non prouvé dans les conditions de collecte de données; amande dépourvue de fibres; maturation hâtive.

Faiblesses :

Amandes souvent mal formées, manque d'unités thermiques ou manque d'eau soupçonnés; légère sensibilité à la brûlure orientale (chancres parfois observés); noisettes semblant particulièrement prisées par les écureuils et les rats laveurs, liens avec la minceur de l'écale et avec la saveur très sucrée de l'amande soupçonnés. Suivi général recommandé.



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

'Andrew'

Année de plantation : 2012

Parenté : Cultivar issu d'un semis du groupe Northern Asian / Québec ([Grimo 2019](#)). Il pourrait s'agir d'un hybride entre un noisetier de Russie (*C. heterophylla*) et un noisetier américain (*C. americana*) (ibid.). Ce cultivar a été multiplié en raison de sa résistance à la brûlure orientale et de la qualité de ses noisettes. Son niveau de productivité est intermédiaire (ibid.). Les allèles S ne sont pas encore connus (ibid.).

Statistiques 2017 (6^e année)

**Moyenne d'un échantillon aléatoire de 16 individus*

Rendement :

Noisettes entières : 168 g

Amandes : 57 g

Amandes / surface de cime : 36 g/m²

Amandes / volume de cime : 24 g/m³

Qualité :

Calibre de l'amande : 0,97 g

Ratio amande / noisette : 37 %

Sphéricité de l'amande : 84 %

Épaisseur de la coque : 1,8 mm

Saveur : Bonne

Défauts (noisettes et amandes) : 15 %

Noisettes vides : 14 %

Autres :

Taux de prédation estimé : 10 %

Indice de brûlure orientale : 0

Rubans : Aucun

Drageonnage : Moyen

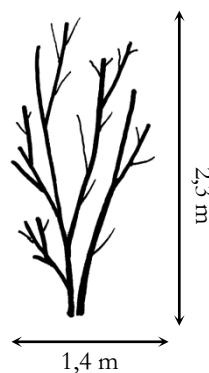
Port : Érigé à colonnaire, nombre de tiges assez faible

Forces :

Noisettes et amandes de forme et calibre constants; amandes de gros calibre (0,97 g); noisettes se séparant facilement des involucre (1); maturation hâtive; port en colonne permettant une densité de plantation plus élevée; écale épaisse pourrait conférer une certaine protection contre les prédateurs.

Faiblesses :

Rendement faible pour une 6^e année (suivi recommandé); saveur parfois légèrement insipide, ce qui semble s'améliorer toutefois une fois l'amande grillée.



Photos et illustrations : Vincent Hamann-Benoit (2020)

5. Analyse et discussion

5.1 Cultivars

5.1.1 Rendement

Afin de mettre en relief les résultats obtenus pour les deux cultivars étudiés, ils peuvent être comparés aux données préliminaires fournies par les propriétaires de la pépinière Grimo (Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019). Cette dernière est située à Niagara-on-the-Lake, près des rives du lac Ontario, en zone de rusticité 7a (voir la ville de St Catharines sur la Figure 34). Les conditions de croissance pour le noisetier hybride nordique y sont considérées comme idéales (Ernie Grimo, communication personnelle, 25 septembre 2020).

Pour des plants du même âge et issus des mêmes cultivars, les rendements moyens obtenus sur le site d'étude semblent très faibles. En effet, ils sont environ 4 fois plus faibles pour 'Aldara' (5 ans) et 2,5 fois plus faibles pour 'Andrew' (6 ans) (voir Figure 21)¹⁶. Toutefois, si l'on

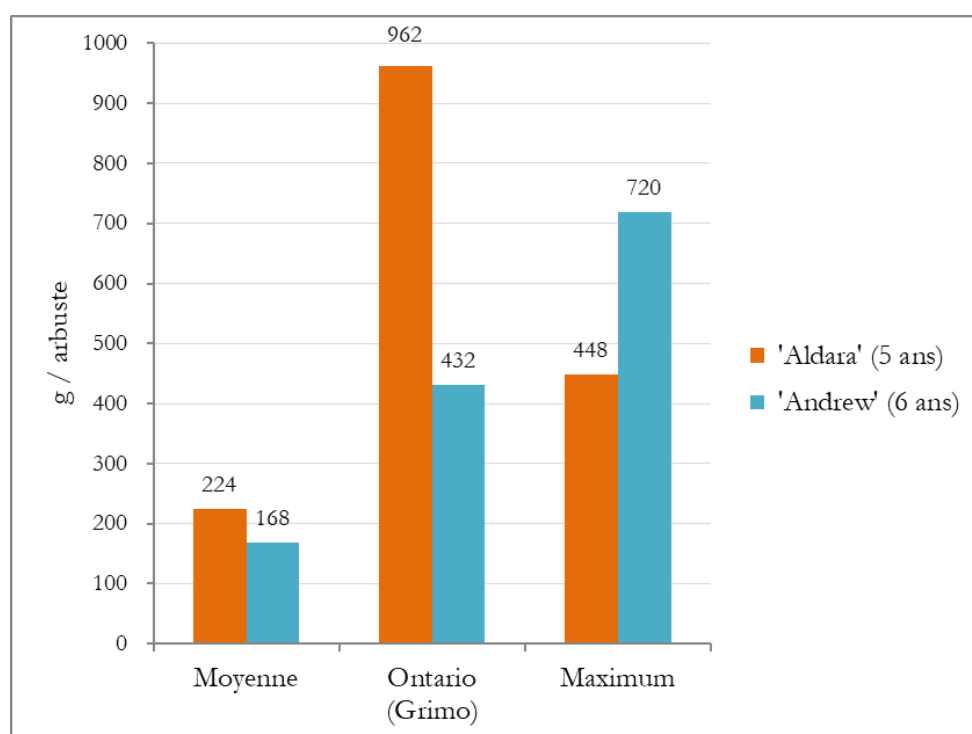


Figure 21. Rendements moyens et maximaux pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans), comparés aux données préliminaires fournies par la pépinière Grimo pour des plants du même âge (Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019). Noisettes entières sèches (5 à 8 % d'humidité).

¹⁶ Selon Pierre Boucher, 2017 était la première année de production pour le cultivar 'Andrew' sur son site.

considère les rendements maximaux obtenus pour les individus exceptionnels qui ont été évalués (hors échantillons), la différence est beaucoup moins importante. Dans le cas d'Andrew' (6 ans), la mesure de rendement maximal dépasse même celle de la pépinière Grimo.

De prime abord, les conditions climatiques généralement plus favorables dont bénéficient les noisetiers croissant sur le site de la pépinière Grimo semblent pouvoir expliquer une partie de ces écarts de rendement. Cependant, un déficit de pollinisation, lié à la configuration des rangées et à la direction des vents dominants, pourrait également être en jeu (voir Figure 22).

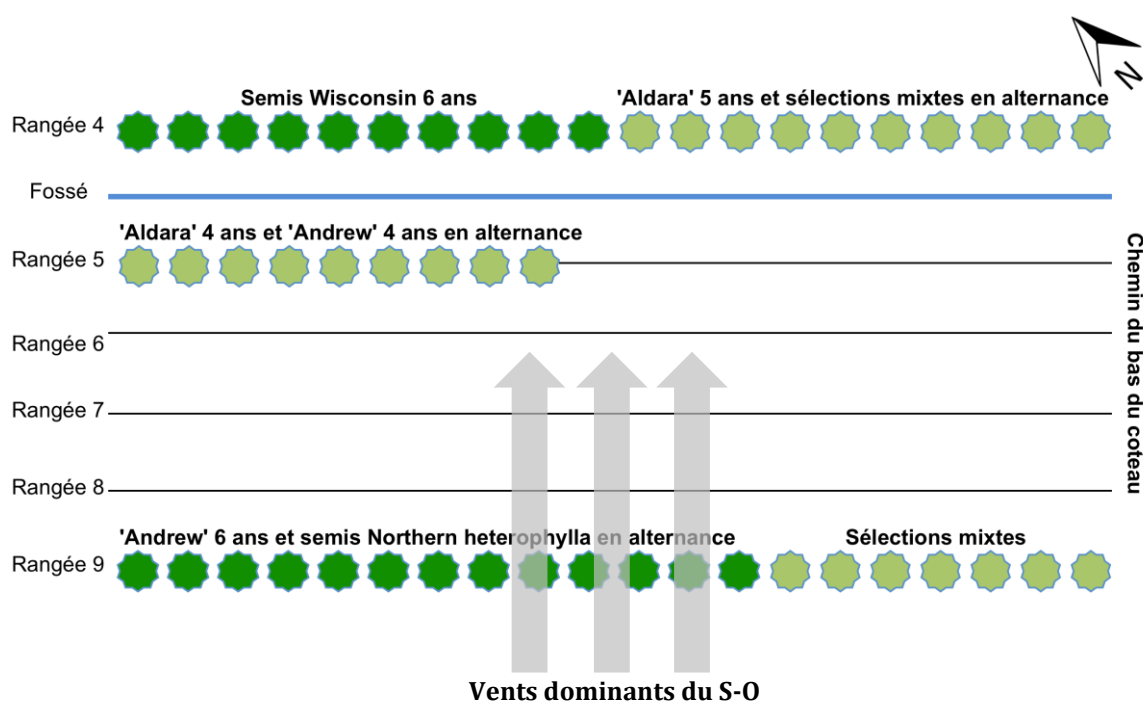


Figure 22. Direction des vents dominants sur le site de la ferme « Au nom de la noix » (S-O)

Ce déficit pourrait être particulièrement prononcé pour la Rangée 9, où se trouvent les noisetiers Andrew' (6 ans), puisqu'il n'y a aucune rangée de noisetiers en amont de celle-ci, par rapport à la direction dominante du vent. Par ailleurs, il se pourrait également qu'il y ait un tel déficit sur la Rangée 5 (où se trouvent les noisetiers Aldara' (4 ans), cette dernière se trouvant à environ 35 m de la Rangée 9. En effet, la distance critique pour une pollinisation adéquate est, pour les plantations d'aveliniers en Orégon, estimée à 15 m (Olsen 2013c). Il faut néanmoins tenir compte du fait que la direction des vents fluctue régulièrement, et que les sélections sont toujours plantées en alternance au sein des rangées du site, la source du pollen pouvant donc se trouver sur

une même rangée ou sur une rangée se trouvant au nord-est, soit à l’opposé des vents dominants. Par ailleurs, il est important de mentionner le fait que seuls les cultivars ‘Andrew’¹⁷ et ‘Aldara’ se retrouvent en alternance sur la Rangée 5 et que la compatibilité de ces deux cultivars entre eux demeure à ce jour incertaine (Linda Grimo, communication personnelle, 18 mars 2019)¹⁸.

En définitive, la configuration du site était, en 2017, loin d’être optimale par rapport aux configurations généralement recommandées. De manière générale, celles-ci s’apparentent au plan de plantation qui est présenté dans la Figure 23, où les rangées du verger sont espacées de 5 m et où les cultivars jouant le rôle de pollinisateurs sont bien dispersés au sein du verger. Des plans de plantations similaires sont recommandés aux producteurs de l’Orégon, les cultivars jouant le rôle de pollinisateurs étant toutefois intégrés en alternance au sein d’une rangée donnée (Olsen 2013a).

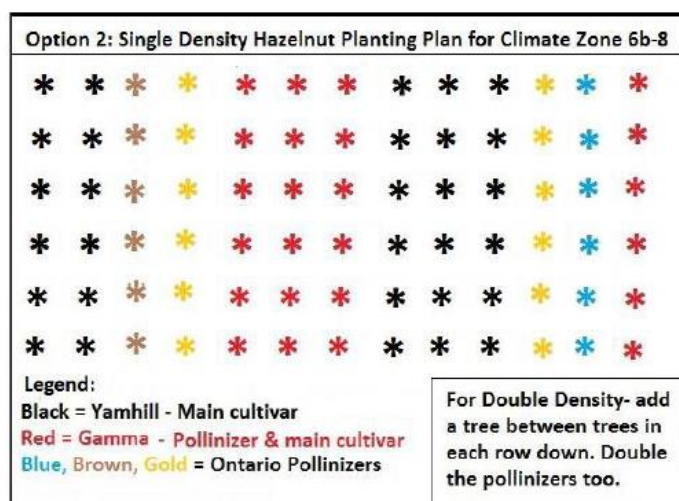


Figure 23. Exemple de plan de verger recommandé pour le sud de l’Ontario afin d’assurer une pollinisation et une récolte optimales. Source : Grimo (2018).

Dans la Figure 24, le rendement des deux noisetiers ‘Andrew’ (6 ans) exceptionnels (hors échantillon) est mis en contraste avec le rendement moyen de l’échantillon. La différence est substantielle, le rendement de ces deux noisetiers étant près de trois fois supérieur à la moyenne

¹⁷ Les noisetiers ‘Andrew’ de la Rangée 5 avaient 4 ans lors de la collecte de données et ne portaient pas de noisettes. Conséquemment, aucune donnée n’a été recueillie à leur sujet. Toutefois, ils arboraient de nombreuses fleurs mâles.

¹⁸ La compatibilité des noisetiers entre eux est associée à un seul gène, pour lequel plus de 30 allèles sont connus et numérotés (Olsen 2013c). Pour qu’il y ait compatibilité, les allèles exprimés dans les gamètes des fleurs mâles et femelles doivent être différents (ibid.). En plus de ce critère, les périodes de réceptivité des fleurs femelles et de libération du pollen par les individus génétiquement compatibles doivent concorder (ibid.).

de l'échantillon. Une explication possible pourrait être un meilleur taux de pollinisation, lequel pourrait être attribuable à la proximité de sélections sexuellement compatibles, dont les chatons seraient particulièrement abondants et dont la période de libération du pollen serait synchronisée avec la période de réceptivité des fleurs femelles des noisetiers 'Andrew' au sein de la rangée. De plus, il est intéressant de remarquer la forte concentration de noisetiers 'Andrew' à rendements élevés entre les positions 5 et 9 au sein de la rangée, pouvant appuyer l'hypothèse d'un taux de pollinisation supérieur à cet emplacement.

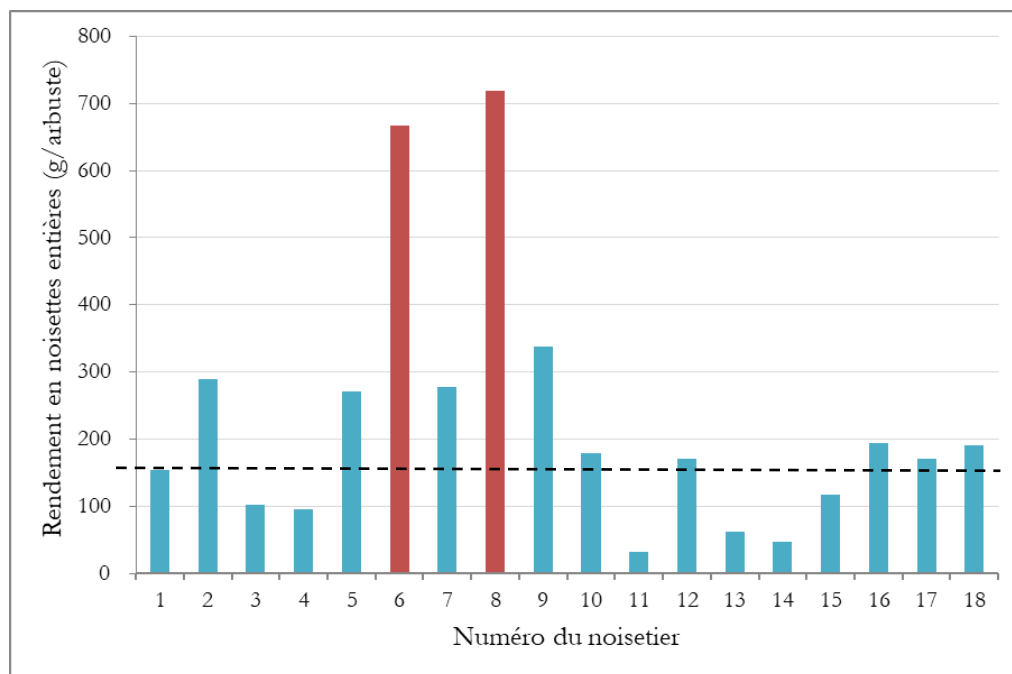


Figure 24. Rendements en noisettes entières des noisetiers 'Andrew' (6 ans) compris dans l'échantillon (en bleu), mis en contraste avec ceux de deux noisetiers 'Andrew' (6 ans) exceptionnels (en rouge), hors échantillon. Moyenne de l'échantillon indiquée par la ligne pointillée noire. *N.B.* Rendement en noisettes entières sèches (5 à 8 % d'humidité).

Finalement, il est également intéressant de comparer les différentes mesures de rendement obtenues pour les cultivars 'Aldara' et 'Andrew'. Dans la Figure 25, le rendement en amandes par arbuste, par surface de cime et par volume de cime est illustré pour les deux cultivars. Lorsque le simple rendement par arbuste est considéré, les noisetiers 'Aldara' (5 ans), bien qu'ils soient plus jeunes, ont un rendement qui est de 37 % supérieur à celui des noisetiers 'Andrew' (6 ans). Toutefois, en raison du port colonnaire des noisetiers 'Andrew', cette différence s'atténue largement lorsque l'on considère le rendement par surface de cime, pour lequel la différence n'est que de 14 %.

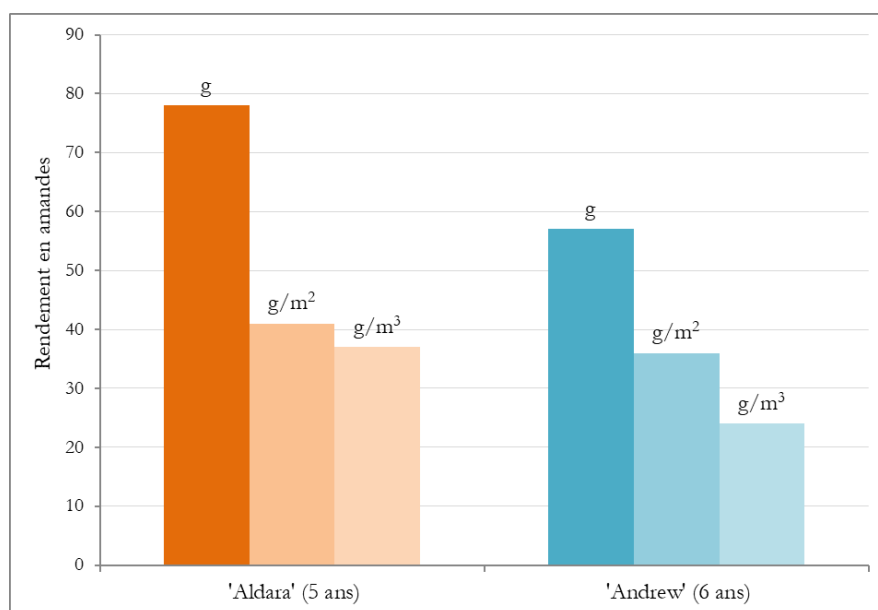


Figure 25. Rendement en amandes par arbuste (g), par surface de cime (g/m²) et par volume de cime (g/m³) pour les cultivars 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans) (5 à 8 % d'humidité).

5.1.2 Qualité

Le calibre moyen obtenu pour les amandes des deux cultivars étudiés est bien inférieur à celui qui est documenté par la pépinière Grimo pour des individus du même âge¹⁹, cette différence étant de 23 % pour 'Aldara' et 13 % pour 'Andrew' (voir Tableau 11). La différence s'amointrit toutefois lorsque l'on considère l'individu pour lequel le calibre moyen était le plus élevé, soit 10 % pour 'Aldara' et 7 % pour 'Andrew'. Dans les deux cas, il s'agit d'individus qui se trouvaient dans l'échantillon.

Tableau 11. Comparaison du calibre des amandes : moyenne de l'échantillon, calibre maximal (moyenne pour l'arbuste) et calibre moyen indiqué dans les données préliminaires de la pépinière Grimo, pour des individus du même âge (Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019).

Calibre de l'amande (g)	'Aldara' (5 ans)	'Andrew' (6 ans)
Moyenne échantillon (g)	0,76	0,97
Individu maximal (g)	0,89*	1,04*
Grimo (g)	0,99	1,12

*Les calibres maximaux proviennent de deux individus compris dans l'échantillon

¹⁹ Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019.

Une première explication pourrait être un déficit hydrique durant la période de formation et de maturation des noisettes. Il est en effet reconnu par certains professionnels que l'irrigation permet d'obtenir, dans de nombreux cas, un calibre et un taux de remplissage supérieurs à ceux obtenus en l'absence d'irrigation (Linda Grimo, communication personnelle, 18 mars 2019). Pour les noisetiers 'Aldara' (5 et 4 ans confondus), la majorité des amandes observées présentaient des plissements, un signe de remplissage incomplet, ce qui pourrait être attribuable à un manque d'eau (voir photo du milieu dans la Figure 26, représentant l'aspect typique des noisettes récoltées sur le cultivar 'Aldara'). De plus, 11 % des amandes étaient fortement ratatinées, malformées ou desséchées (voir photo de gauche dans la même figure). Il s'agit d'ailleurs de catégories comptabilisées pour l'évaluation du % de défauts. Toutefois, le début et le milieu de la saison de croissance, en 2017, ont été fortement pluvieux, rendant l'hypothèse du déficit hydrique moins probable. Quoiqu'il en soit, il semblerait judicieux, dans une perspective de sélection de cultivars localement adaptés, de choisir des lignées pouvant produire des amandes bien formées, même en l'absence d'irrigation, ce qui semble être le cas pour le cultivar 'Andrew' sur ce site.



Figure 26. Apparence et calibre de l'amande du noisetier 'Aldara'. De gauche à droite : amande fortement ratatinée, amande typique (légèrement plissée) et amande particulièrement grosse et bien formée.
Source : Vincent Hamann-Benoit.

Par ailleurs, il est reconnu que certaines carences nutritionnelles, notamment celle en bore, peuvent être à l'origine de problèmes de calibre et de remplissage des noisettes ([Fischbach 2017a](#); [Olsen 2013b](#)). Toutefois, les résultats de l'analyse foliaire réalisée par Cultur'Innov, en 2017²⁰, sur une dizaine de noisetiers du Wisconsin répartis sur la Rangée 4, indiquent que le bore et l'azote, deux des nutriments les plus fréquemment limitatifs pour le noisetier, seraient

²⁰ Les résultats d'analyse foliaire ont pu être consultés avec l'autorisation de Pierre Boucher.

suffisamment disponibles, du moins si l'on se fie aux seuils établis dans [Olsen \(2013b\)](#). Le potassium, quant à lui, pourrait être quelque peu limitatif.

Étant donné les conditions de sol relativement homogènes du site, cependant, les facteurs nutritionnels, tout comme le manque d'eau, semblent être des causes moins probables, puisque les symptômes d'amandes mal formées n'ont pas été observés sur une majorité de phénotypes étudiés (cultivars et semis confondus). En particulier, on peut présumer que les besoins en eau et en nutriments seraient similaires pour des cultivars comme 'Aldara' et 'Andrew', qui sont issus de proches parents.

Conséquemment, les conditions climatiques avantageuses dont bénéficient les noisetiers poussant sur le site de la pépinière Grimo semblent être une explication plus plausible, en particulier la saison de croissance plus longue et le bilan thermique supérieur. Il est en effet possible que ces conditions puissent tout particulièrement bénéficier au cultivar 'Aldara' ou, autrement dit, qu'il soit moins adapté aux conditions plus nordiques retrouvées sur le site de la ferme « Au nom de la noix ». Finalement, il n'est pas à exclure que le faible taux de remplissage des noisettes 'Aldara' puisse être en partie attribuable à une récolte trop hâtive²¹.

Une différence majeure ressortant de la comparaison des deux cultivars entre eux est le taux de prédation estimé, soit 42 et 25 % pour les noisetiers 'Aldara' de 5 et 4 ans, et 3 % seulement pour les noisetiers 'Andrew' (voir Tableau 7 dans la section Résultats). Parmi les explications possibles, il semble probable qu'il puisse y avoir un lien avec deux des caractéristiques évaluées dans le cadre de l'étude, soit l'épaisseur moyenne de la coque et la saveur. Dans le cas des noisetiers 'Aldara', l'épaisseur moyenne de la coque, l'une des plus minces parmi tous les noisetiers étudiés, était de 1,18 mm et de 1,10 mm pour les groupes '5 ans' et '4 ans', alors qu'elle était de 1,75 mm pour les noisetiers 'Andrew', ce cultivar ayant l'une des coques les plus épaisses parmi tous les noisetiers étudiés. La cote de saveur, quant à elle, était de 1,3 pour les noisetiers 'Aldara' (5 et 4 ans) (c.-à-d. bonne à excellente), et de 0,9 pour les noisetiers 'Andrew' (c.-à-d. ordinaire à bonne), l'amande étant particulièrement sucrée pour le cultivar 'Aldara'. Il semble probable que les prédateurs de noisettes actifs sur le site, soit les rongeurs, rats laveurs et geais bleus, puissent préférer les noisettes à coque mince et dont le taux de sucre est plus élevé. Par ailleurs, il se pourrait que le port étroit et érigé des noisetiers

²¹ Voir section 5.2.4 Date de récolte pour une discussion traitant spécifiquement de la date de récolte.

‘Andrew’ puisse rendre l’accès aux noisettes plus ardu que dans le cas des noisetiers ‘Aldara’, ces derniers étant plus compacts.

Finalement, on peut remarquer une étroite correspondance entre les mesures de qualité des noisettes provenant des noisetiers ‘Aldara’ de 5 ans et de 4 ans, semblant indiquer que pour un cultivar donné, l’âge du plant n’influence pas significativement le calibre et la majorité des indices de qualité des noisettes (voir Tableau 7). Deux exceptions sont toutefois détectables, soit le % de défauts et les taux de prédation, qui diffèrent de façon plus notable entre les deux groupes d’âge.

5.1.3 Brûlure orientale du noisetier

Il est également important de souligner la légère sensibilité à la brûlure orientale observée pour le cultivar ‘Aldara’, la présence de chancres de sporulation ayant été remarquée chez certains individus de 5 ans. Bien que la cote moyenne de 0,4 sur 5 soit relativement faible, il peut néanmoins être plus avisé de sélectionner des cultivars complètement exempts de symptômes, ce qui était le cas pour ‘Andrew’. Il faut toutefois souligner que l’absence de symptômes repérables sur un tel site n’équivaut pas nécessairement à une forte tolérance ou à une immunité, ces dernières étant testées à l’aide de campagnes d’inoculation répétées, faisant partie des efforts de développement de cultivars résistants à cette maladie ([Revord et al. 2020](#)). Aussi, des taches noirâtres causées par la fumagine, une maladie fongique se développant sur le miellat laissé par les pucerons, ont été observées à la surface de la coque pour une grande proportion des noisettes du cultivar ‘Aldara’, soit plus du quart (voir Figure 33 en Annexe). L’amande, à l’intérieur de la coque, n’était toutefois pas affectée par le champignon. Il est intéressant de noter que ce symptôme était à peu près absent pour l’ensemble des autres sélections étudiées.

5.2 Semis prometteurs

5.2.1 Sélection multifactorielle

Comme il est possible de le constater au regard du Tableau 9 et en parcourant les Fiches techniques, il ne semblait pas exister, en 2017, de semis prometteur doté de toutes les caractéristiques idéales. À titre d’exemple, un seul des 24 noisetiers sélectionnés officiellement, le noisetier N, figurait parmi les cinq noisetiers les plus productifs (2^e rang pour le rendement en amandes par arbuste), tout en ayant un des plus gros calibres d’amandes (5^e rang). En contrepartie, son indice de drageonnage est le plus élevé parmi tous les noisetiers étudiés (64 drageons et

coupes). Aussi, 20 % des noisettes étaient vides. Bien que ces deux derniers traits ne signifient pas nécessairement qu'il s'agisse d'un phénotype inintéressant, cela signifie, dans le premier cas, que les besoins en taille de renouvellement seront probablement importants, et donc le temps requis pour ce genre d'entretien. Les noisettes vides, quant à elles, surviennent lorsque la pollinisation entre génotypes compatibles est réussie, mais dont la fertilisation échoue²², ou lorsque la formation de l'amande est enclenchée, puis avortée, ce qui peut être attribuable à différents mécanismes ([Olsen 2013c](#)). Des conditions de site telles qu'un manque d'humidité ou un déficit nutritionnel en N, K et B durant la période de développement des noisettes, au milieu de l'été, pourraient être à blâmer (*ibid.*). Sur le présent site de recherche, toutefois, un tel déficit nutritionnel semble peu probable (voir section 5.1.2 Qualité).

Par ailleurs, un pourcentage élevé en noisettes vides peut être lié aux caractéristiques du pollen ou à la génétique de l'individu dont proviennent les noisettes (*ibid.*). Dans ce dernier cas, cela signifierait que le noisetier en question pourrait avoir une tendance inhérente à produire de nombreuses noisettes vides, un trait non souhaitable dans le cadre d'une sélection de génotypes prometteurs. Il est spécifié par [Olsen \(2013c\)](#) que l'importance relative de ces facteurs demeure mal comprise, rendant le choix de la génétique prometteuse plus incertain.

Certes, le choix d'une génétique prometteuse se doit d'être multifactoriel, mais certains critères, notamment le rendement et le calibre, demeurent prioritaires. Aussi est-il important de rappeler l'importance de la résistance à la brûlure orientale. En ce qui concerne cette dernière, il est donc d'autant plus intéressant de sélectionner des phénotypes prometteurs sur un site où l'on sait cette maladie présente, ce qui est le cas pour ce site de recherche. De ce fait, les 10 semis ayant été sélectionnés dans le cadre de cette étude étaient exempts de symptômes visibles lors de la collecte de données de 2017.

5.2.2 Rendement

Afin d'évaluer le rendement moyen calculé pour les 10 semis les plus prometteurs du site « Au nom de la noix », il est intéressant d'effectuer une comparaison avec quelques ensembles de données disponibles pour d'autres régions productrices de noisettes hybrides nordiques. C'est ce qui est proposé dans la Figure 27.

²² La fertilisation (ou fécondation), entraînant la formation du tube pollinique secondaire, se produit plusieurs semaines après la pollinisation ([Olsen 2013c](#)). L'amande atteint sa pleine grosseur environ six semaines après la fertilisation (*ibid.*)

Dans la Figure 27-A, le rendement moyen en noisettes entières par arbuste est indiqué, soit 1 236 g (5 à 8 % d'humidité)²³. Tout d'abord, cette moyenne est comparée à celle obtenue dans le cadre d'une étude portant sur la sélection de géotypes de noisetiers hybrides nordiques dans le Midwest américain (Fishbach 2017a). Les huit géotypes les plus prometteurs y avaient atteint, six ans après la plantation, un rendement moyen de 400 g (ibid.). En se basant sur la trajectoire se dessinant à la suite de plusieurs années de collecte de données, l'auteur de ce même rapport inclut des projections de rendement à maturité, les noisetiers n'ayant que huit ans au moment de la publication (ibid.). À partir de ces projections, une moyenne de 1 339 g peut donc être calculée pour les années 9 à 15.

En second lieu, la moyenne des 10 semis les plus prometteurs du site « Au nom de la noix » est comparée avec les données préliminaires fournies par la pépinière Grimo (Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019). La moyenne indiquée pour les noisetiers Grimo de 6 ans, 1 595 g, a été calculée à partir des données fournies pour trois cultivars commerciaux issus de la lignée Northern Asian / Québec. Il s'agit d'une moyenne de rendement pour les années 5 et 7, les données n'étant pas disponibles pour l'année 6. La moyenne indiquée pour les noisetiers Grimo à maturité, 1 543 g, a été calculée à partir des données fournies pour cinq cultivars commerciaux issus de la lignée Northern Saskatchewan (moyenne de cinq années de production). Il est encourageant de constater que le rendement moyen des 10 noisetiers prometteurs est seulement 20 % inférieur à celui obtenu pour les trois cultivars commerciaux de la pépinière Grimo, au même âge. On remarque par ailleurs que la moyenne des noisetiers Grimo de 6 ans est supérieure à la moyenne des noisetiers Grimo matures. Cela s'explique par le fait qu'il s'agit de cultivars différents, mais probablement aussi par le fait que les rendements peuvent fluctuer de manière importante d'une année à l'autre, sans suivre une trajectoire linéaire ou prévisible, d'où l'importance d'utiliser des moyennes établies sur plusieurs années de production.

Dans la Figure 27-B, une comparaison similaire est proposée, cette fois-ci avec les moyennes de rendement en amandes par surface de cime. Les données comparatives ne sont toutefois disponibles que pour l'étude du Midwest. Dans les deux cas de figure, la moyenne obtenue pour les 10 semis prometteurs du site « Au nom de la noix » est beaucoup plus élevée que celle obtenue dans le Midwest, pour des plants du même âge : environ trois fois plus élevé pour le rendement en noisettes entières et quatre fois plus élevé pour le rendement en amandes

²³ Les données comparatives sont également indiquées en noisettes entières (5 à 8 % d'humidité).

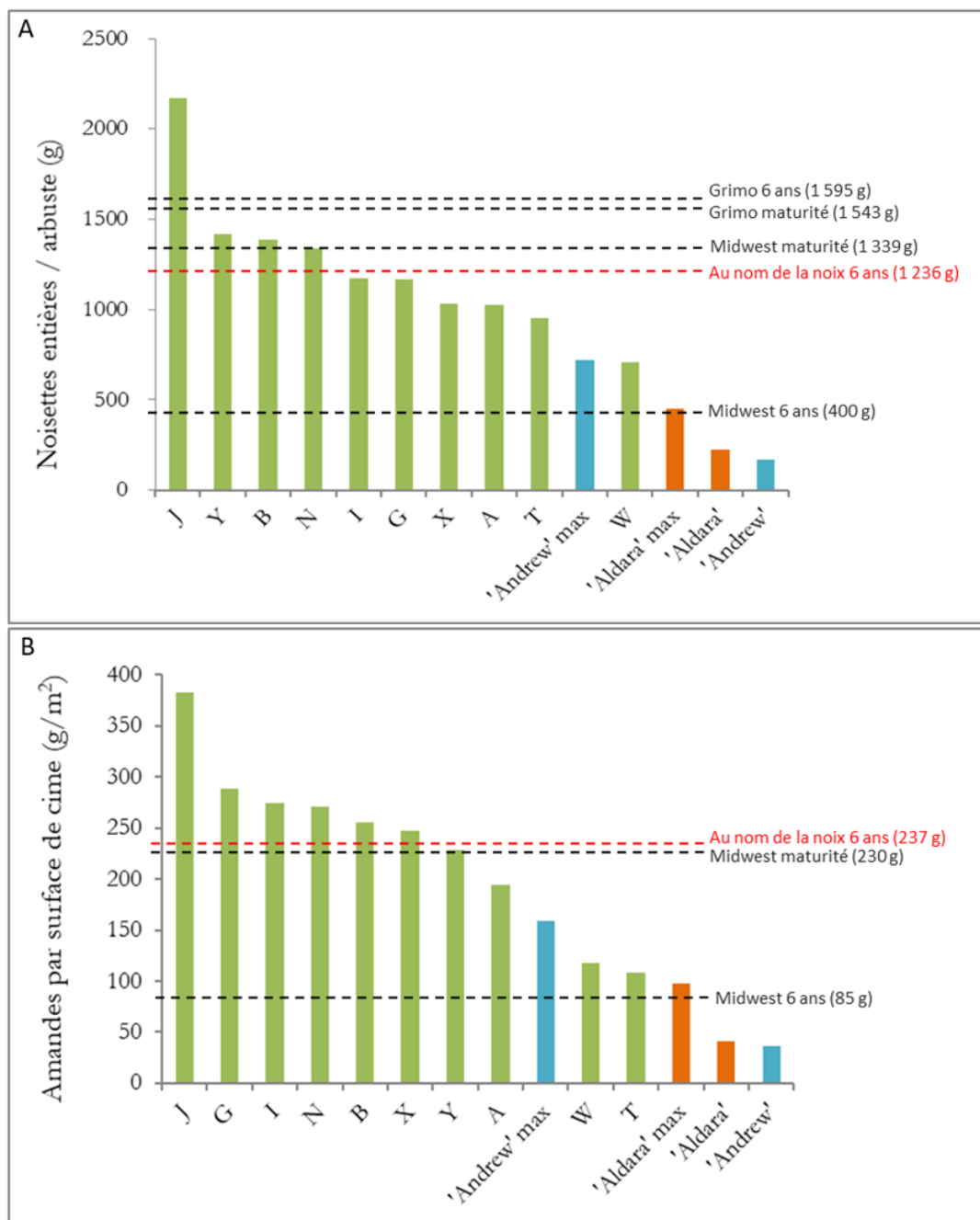


Figure 27. Rendements comparatifs en noisettes entières par arbuste (A) et en amandes par surface de cime (B). Rendement moyen des 10 semis les plus prometteurs du site « Au nom de la noix » (6 ans) (en rouge). Les rendements moyens et maximaux des cultivars ‘Aldara’ (5 ans) et ‘Andrew’ (6 ans) sont inclus à titre comparatif, mais ne sont pas pris en compte pour le calcul de la moyenne. Les données comparatives incluent la moyenne des huit semis les plus prometteurs d’un projet de recherche du Midwest américain à 6 ans (données réelles) et à maturité (données projetées) (Fischbach 2017a) (A et B), la moyenne obtenue pour trois cultivars de la pépinière Grimo (lignée Northern Asian / Québec) (moyenne des années 5 et 7) (A) et la moyenne obtenue pour cinq cultivars de la pépinière Grimo (lignée Northern Saskatchewan) à maturité (moyenne de cinq années de production) (Linda Grimo, communication personnelle, 9 février 2019) (A). 5 à 8 % d’humidité.

par surface de cime. Bien qu'il s'agisse, dans tous les cas, de semis génétiquement différents les uns des autres, les noisetiers A, B, G, I, et J ont été fournis par Mark Shepard et sont issus des sélections de Philip A. Rutter, dans le Midwest, possédant donc un bagage génétique qui est probablement similaire à ceux de l'étude du Midwest. On peut ainsi se demander si ce rendement supérieur pourrait être attribuable à de meilleures conditions de croissance sur le site de la ferme « Au nom de la noix », notamment la présence d'un sol argileux, riche et profond, d'origine marine, et d'une pluviométrie comparativement favorable.

En parallèle, il est important de mentionner que les configurations de plantation diffèrent d'un site à l'autre. Pour la ferme « Au nom de la noix », les noisetiers sont espacés de 2,5 m, sur des rangées inégalement espacées, soit 10 m entre les rangées 4 et 5 et 35 m entre les rangées 5 et 9. Pour l'étude du Midwest, les données proviennent de noisetiers plantés aux 5' (~ 1,5 m) sur des rangées espacées de 12' (~ 3,7 m) ([Fischbach 2017a](#)). Les données de la pépinière Grimo, quant à elles, proviennent probablement de noisetiers espacés de 3 m, sur des rangées espacées de 5 m, soit l'espacement recommandé par ces pépiniéristes pour la plupart des noisetiers hybrides nordiques ([Grimo 2019](#)).

Une seule année de collecte de données ne permet malheureusement pas de proposer des projections de rendement à maturité pour les phénotypes prometteurs étudiés. Pour ce faire, plusieurs années de récolte de données seront encore nécessaires. Les rendements obtenus pour cette 6^e année de croissance après la plantation semblent néanmoins fortement encourageants. À titre indicatif, le propriétaire de la ferme, Pierre Boucher, a indiqué que les rendements observés en 2018 étaient, pour l'ensemble du verger, très similaires à ceux obtenus en 2017, la saison 2018 ayant par ailleurs été très sèche, poussant le producteur et sa fille à irriguer manuellement les plants à deux reprises au cours de l'été. Pour ce qui est des cultivars 'Aldara' et 'Andrew', les moyennes de rendement rapportées pour 2018 étaient, encore une fois, peu élevées.

La Figure 27 permet également de remarquer que le rendement par arbuste des noisetiers 'Aldara' (5 ans) et 'Andrew' (6 ans), que l'on considère leur rendement moyen ou maximal, est largement inférieur au rendement moyen obtenu pour les 10 semis les plus prometteurs du site (6 ans), et ce dans les mêmes conditions de croissance et de pollinisation. Cela pourrait indiquer qu'il ne s'agit pas de cultivars particulièrement bien adaptés aux conditions du site. Toutefois, la considération de données recueillies sur plusieurs années, de même que provenant de plus d'un

site, est essentielle afin de pouvoir émettre des conclusions plus fiables à l'égard d'un cultivar donné.

Finalement, il est important de noter le biais positif que représente cette prise de données, en la faveur des semis prometteurs. En effet, l'un des critères de sélection, afin que les phénotypes soient considérés, était l'abondance des noisettes. Or, la fluctuation des rendements d'une année à l'autre est une tendance fréquemment observée pour les noisetiers hybrides nordiques ([Contré 2004](#)). Il est donc possible que la récolte de 2017 ait été particulièrement abondante pour ces 10 individus et que des résultats bien différents puissent avoir été obtenus au cours d'une autre saison de production.

5.2.3 Qualité

La Figure 28 permet de comparer l'apparence et le calibre relatifs des amandes des noisetiers étudiés avec ceux d'avelines commercialisées et avec l'amande du noisetier à long-bec (*C. cornuta*). Les amandes des 10 noisetiers prometteurs retenus sont identifiées à l'aide d'une étoile. La photo des amandes de certains autres semis intéressants, mais non retenus parmi les 10 individus les plus prometteurs du site, est également incluse.

À l'exception du noisetier B, qui a une amande relativement petite (0,43 g), les 10 semis les plus prometteurs ont un calibre d'amande se situant entre celui des avelines commerciales et celui du noisetier à long-bec, avec une moyenne de 0,69 g et un taux de remplissage moyen de 41 %. Pour les cultivars 'Aldara' et 'Andrew', de même que pour X-b et Y-b, le calibre se rapproche quelque peu de l'aveline commerciale. À titre comparatif, il est intéressant de mentionner le calibre moyen obtenu dans le cadre du projet d'identification de génotypes prometteurs dans le Midwest américain ([Fischbach 2017a](#)), soit 0,57 g pour les huit génotypes les plus prometteurs, avec un taux de remplissage de 38 %. À titre indicatif, ce calibre correspond de près à celui obtenu pour le noisetier I (0,59 g).

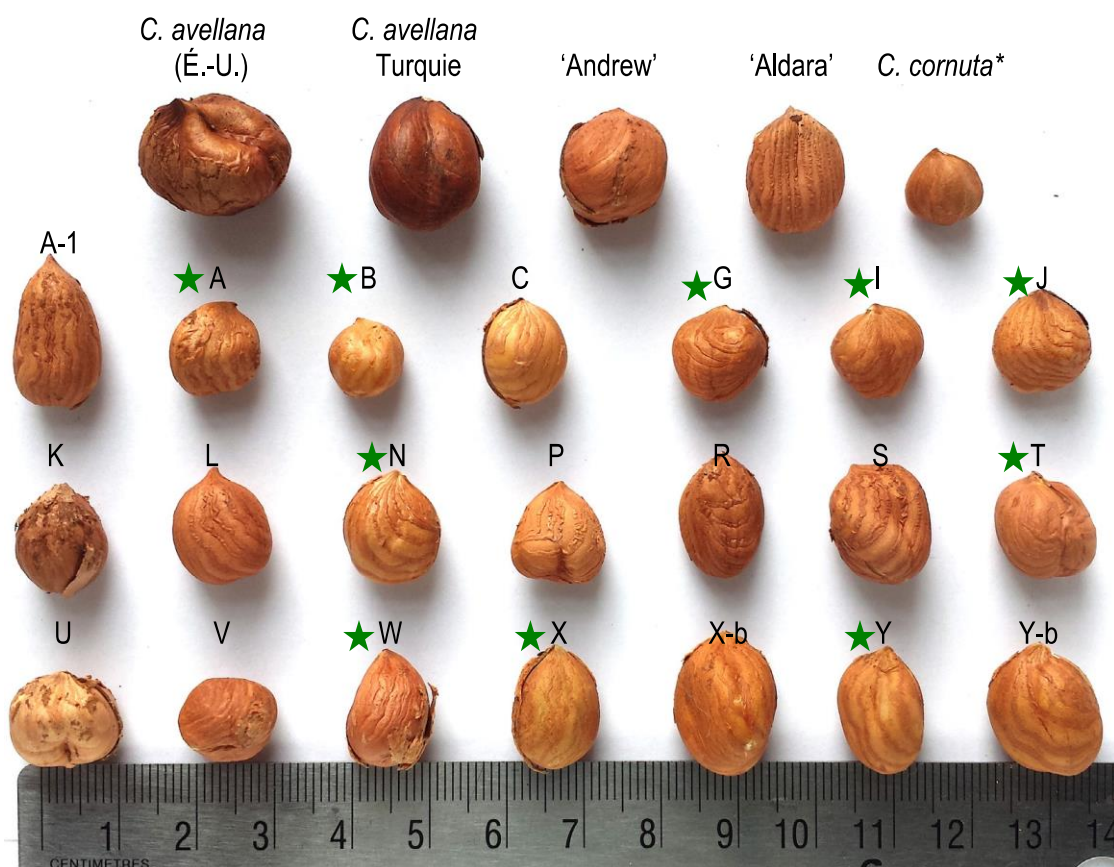


Figure 28. Photo récapitulative permettant de comparer l'apparence et le calibre relatifs des amandes provenant des noisetiers étudiés. Les amandes des 10 semis les plus prometteurs sont identifiées à l'aide d'une étoile verte. Dans tous les cas, il s'agit d'une amande représentative de la moyenne de l'arbuste. Deux amandes provenant d'avelines commercialisées sont incluses, de même qu'une amande représentant le calibre de celle du noisetier à long bec (*C. cornuta*), *mais provenant en réalité d'un noisetier hybride nordique. Source : Vincent Hamann-Benoit.

5.2.4 Date de récolte

Pour les noisetiers X et Y, une branche a été laissée une semaine de plus avant d'être récoltée, tel qu'expliqué dans la section 3. Méthodologie²⁴. Cette période de maturation supplémentaire a eu un effet important sur le calibre moyen obtenu pour les amandes récoltées sur les deux branches, soit une augmentation de 28 % pour le noisetier X et de 38 % pour le noisetier Y (voir Figure 29). Cette différence notable peut également être observée dans la Figure 28, où une photo représentative du calibre moyen de l'amande est incluse pour ces deux noisetiers ainsi que pour leurs deux branches, X-b et Y-b.

²⁴ Récolte effectuée le 18 au lieu du 11 septembre 2017.

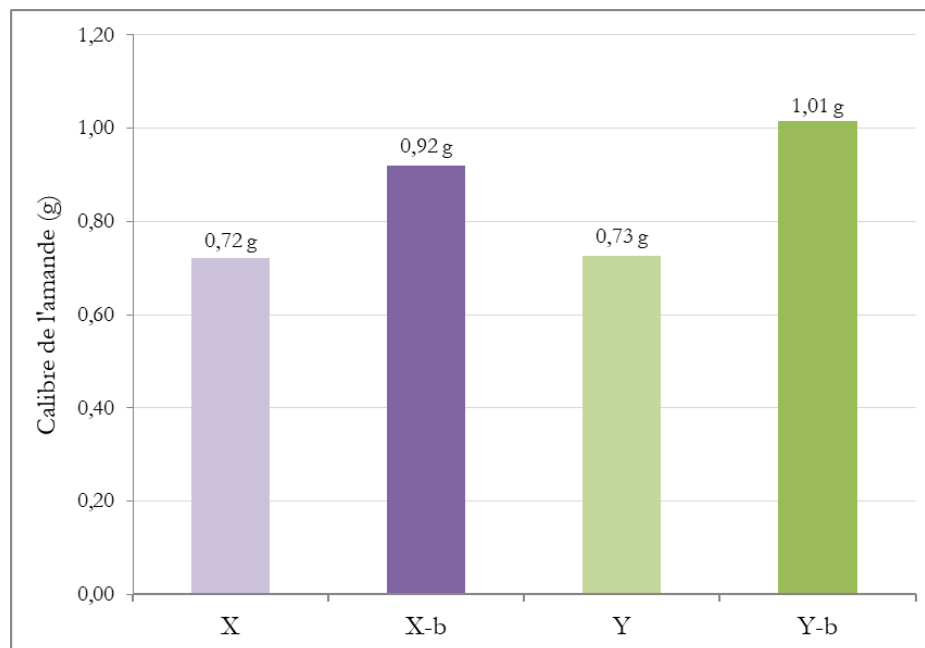


Figure 29. Calibre moyen de l'amande obtenu pour les noisetiers X et Y et les branches laissées une semaine de plus avant la récolte (X-b et Y-b) (5 à 8 % d'humidité).

Tel que représenté dans la Figure 30, cette période de maturation supplémentaire a par ailleurs eu un effet prononcé sur le % de défauts des noisettes et amandes, une diminution de 56 % étant observée pour le noisetier X et de 33 % pour le noisetier Y. Cette diminution du % de défauts est surtout attribuable au meilleur remplissage des noisettes récoltées sur les deux branches.

Ces statistiques comparatives semblent indiquer que ces deux noisetiers seraient, en réalité, beaucoup plus prometteurs que ce que ne laisse présager la récolte principale. En particulier, le calibre de l'amande obtenu pour les branches placerait le noisetier X au 3^e rang (au lieu du 10^e rang) et le noisetier Y au 1^{er} rang (au lieu du 9^e rang), parmi la sélection de 24 phénotypes prometteurs. Il faut toutefois se garder d'extrapoler avec trop de confiance, puisque l'effet observé pourrait également être expliqué par une réallocation avantageuse des ressources énergétiques de l'arbuste à un nombre plus restreint de noisettes, favorisant ainsi leur remplissage. Quoi qu'il en soit, il apparaîtrait pertinent d'effectuer un suivi des statistiques de taux de remplissage et de calibre des amandes des noisetiers X et Y en fonction de la date de récolte et, idéalement, en fonction d'un calcul de degrés-jours de croissance et de mesures précises du taux d'humidité du sol durant toute la période de développement et de maturation des noisettes.

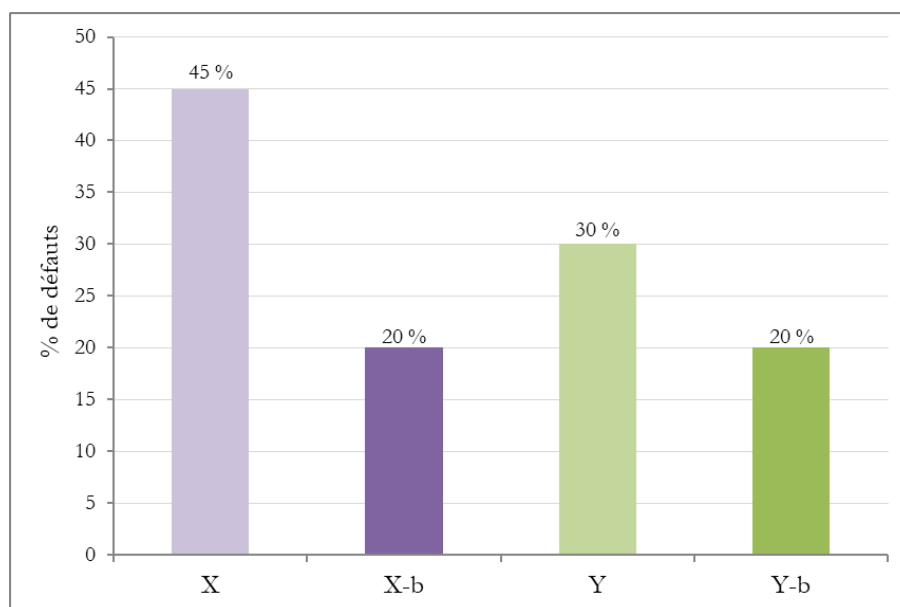


Figure 30. Comparaison des % de défauts des noisettes et amandes obtenus pour les noisetiers X et Y et les branches laissées une semaine de plus avant la récolte (X-b et Y-b).

Aussi, dans le cadre de cette étude, ce test comparatif n'a été effectué que pour les deux noisetiers pour lesquels la maturité semblait encore incertaine lors de la première récolte. Il pourrait néanmoins être pertinent d'effectuer un tel suivi pour d'autres individus, en particulier ceux pour lesquels un pourcentage élevé d'amandes mal formées a été obtenu, tel que le cultivar 'Aldara'.

5.3 Quelles mesures de rendement?

5.3.1 Rendement par arbuste, par surface et par volume de cime

À la lumière des mesures de rendement observées, il apparaît non seulement important de considérer le rendement par arbuste, mais également le rendement par surface et par volume de cime. Dans la Figure 31, ces trois mesures de rendement sont présentées de façon contrastée pour les noisetiers G, X et A-1, qui ont des valeurs de rendement à l'arbuste assez similaires. Toutefois, lorsque l'on considère le rendement par surface de cime, les valeurs obtenues pour les noisetiers G et X deviennent environ quatre fois plus élevées que celle obtenue pour le noisetier A-1. De plus, lorsque l'on considère le rendement par volume de cime, la valeur obtenue pour le noisetier G devient presque deux fois supérieure à celle obtenue pour le noisetier X et environ 10 fois supérieure à celle obtenue pour le noisetier A-1. Ces différences prononcées s'expliquent par les

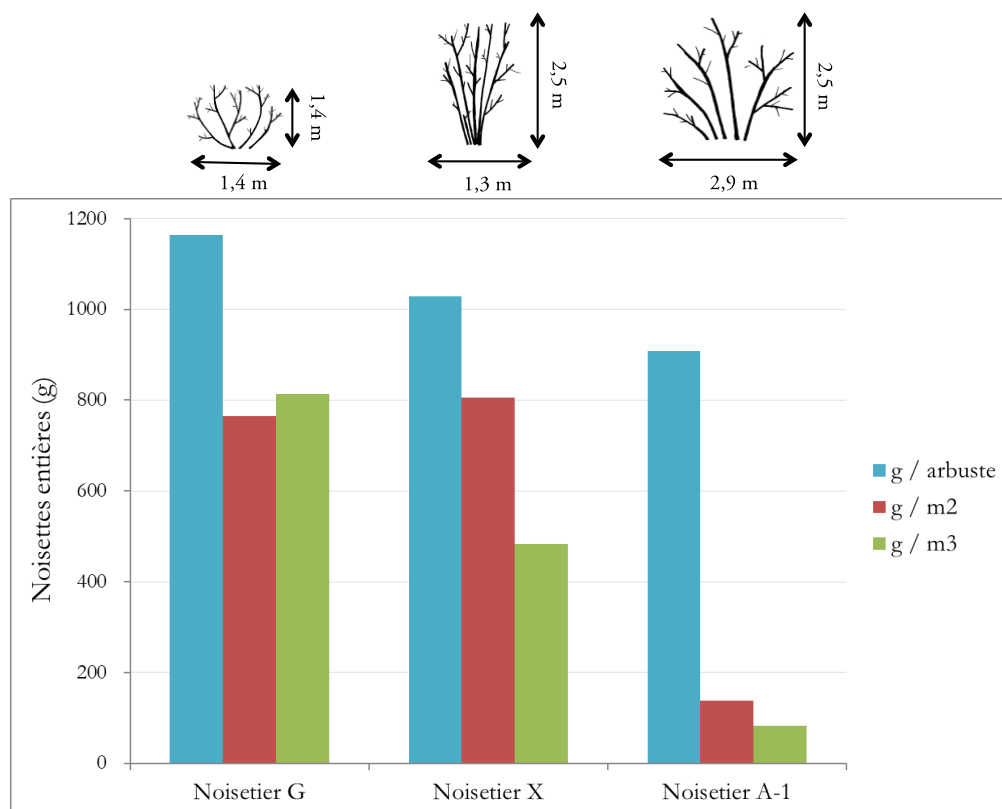


Figure 31. Mesures de rendement contrastées pour les noisetiers G, X et A-1 : rendement par arbuste (g), par surface de cime (g/m²) et par volume de cime (g/m³). Noisettes entières (5 à 8 % d'humidité). Les silhouettes et dimensions respectives des trois noisetiers se trouvent au-dessus de la figure.

caractéristiques morphologiques des arbustes, les silhouettes et dimensions respectives étant représentées en haut de la Figure 31.

La sélection de phénotypes ayant de bons rendements relatifs à la surface et au volume de cime a certainement de grandes implications par rapport à la densité de plantation réalisable, et conséquemment au nombre de plants et à la productivité à l'hectare pouvant être envisagés. En plus de densifier la production, certaines morphologies, notamment un port compact comme celui du noisetier G, peuvent faciliter les opérations de récolte, surtout s'il s'agit de récolte manuelle. Les ports plus érigés, comme celui du noisetier X, peuvent faciliter l'entretien des entre-rangs avec de la machinerie, tout en contribuant probablement à une bonne dissémination du pollen par le vent, les chatons se développant plus en hauteur que sur les noisetiers plus compacts. En contrepartie, la plus grande exposition des noisetiers au port érigé est probablement liée à un

risque accru qu'ils puissent subir des bris mécaniques lors d'épisodes de forts vents, le site étant d'ailleurs bien exposé aux vents dominants, qui proviennent du sud-ouest.

5.3.2 Rendement en noisettes entières ou en amandes

Le plus souvent, les mesures de rendement actuellement disponibles dans notre région décrivent les rendements en noisettes entières par arbuste. Toutefois, cela ne fournit qu'une partie de l'information utile, l'épaisseur de la coque, le taux de remplissage et la proportion de noisettes vides influençant fortement le rendement en amandes final qui, rappelons-le, constitue la partie comestible. Dans la Figure 32, les noisetiers P et W permettent d'illustrer le fait que les rendements en noisettes entières et en amandes ne sont pas nécessairement proportionnels. Dans ce cas-ci, les rendements en noisettes entières sont à peu près égaux pour les deux individus ($\pm 1\%$), alors que le rendement en amandes du noisetier W surpasse de 68 % celui du noisetier P.

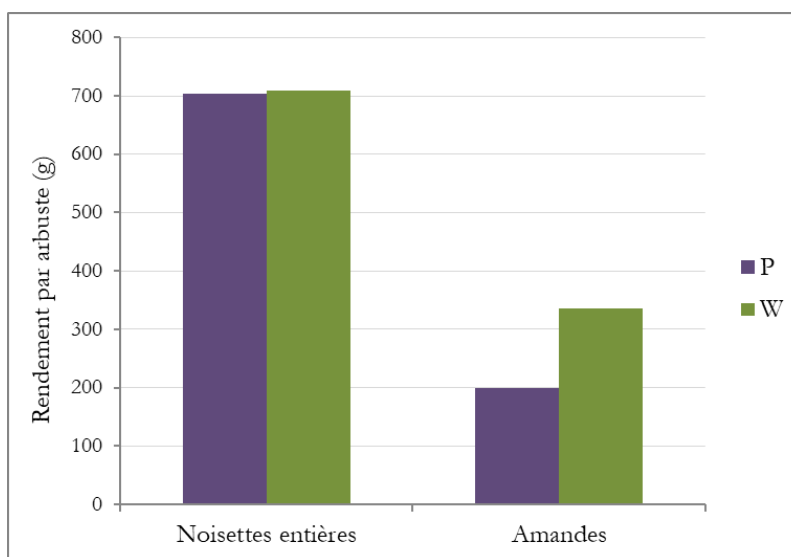


Figure 32. Rendements en noisettes entières et en amandes pour les noisetiers P et W (5 à 8 % d'humidité).

Cette différence s'explique d'une part par une coque beaucoup plus épaisse pour le noisetier P et d'autre part par un % de noisettes vides très élevé pour ce même noisetier (voir Tableau 12). Ces différences sont si importantes qu'elles compensent largement le calibre supérieur de l'amande du noisetier P.

Tableau 12. Caractéristiques des noisettes et amandes pour les noisetiers P et W, expliquant la différence relative entre les rendements en noisettes entières et en amandes.

	Noisetier P	Noisetier W
Calibre de l'amande (g)	0,85	0,72
Épaisseur de la coque (mm)	1,42	0,97
Ratio amande / noisette (%)	36	47
% de noisettes vides	30	0

Par ailleurs, il importe toujours de spécifier si le rendement correspond au poids frais ou sec, les noisettes fraîches ayant un taux d'humidité d'environ 25 % ([Turan 2018](#))²⁵. Finalement, il incombe de préciser que différentes voies de commercialisation appellent à différentes unités de mesure. Par exemple, il est probablement inutile d'indiquer un rendement en amandes sèches pour le marché de l'autocueillette, alors qu'il s'agirait de la mesure la plus pertinente pour les transformateurs.

5.4 Rentabilité

Dans une perspective agroéconomique, les mesures de rendement ne prennent leur sens que lorsqu'elles sont mises en relation avec les possibilités de commercialisation, les prix de vente et les coûts de production. Une telle analyse excède les objectifs atteignables dans le cadre de cette étude, mais il est possible de consulter certaines références offrant un bon aperçu des coûts de production dans d'autres régions où se cultive la noisette en Amérique du Nord ([Fischbach 2017a](#) et [b](#), [Gouvernements de la Colombie-Britannique et du Canada 2017](#); [Miller et al. 2013](#); [UBC Farm 2013](#)). Bien entendu, il demeure trop tôt pour s'avancer, avec confiance, par rapport aux rendements atteignables à maturité, non seulement pour ce site, mais également pour le Québec en général. De plus, diverses initiatives en cours pourraient permettre, d'ici quelques années, le développement et la commercialisation de nouvelles sélections et de nouveaux cultivars, encore mieux adaptés aux conditions locales. En définitive, les coûts d'établissement seront fortement influencés par la disponibilité et le coût d'achat des plants, en particulier des cultivars clonés, lequel pourrait diminuer avec le développement de modes de multiplication *in vitro* adaptés au noisetier hybride nordique.

²⁵ Ce taux d'humidité provient d'une étude portant sur l'aveline (*Corylus avellana* L.), en Turquie.

5.5 Recommandations

À la lumière de cette analyse et des résultats obtenus, je juge à propos de mettre de l'avant certaines recommandations. Les premières sont adressées plus spécifiquement aux propriétaires de la ferme « Au nom de la noix » et se veulent des pistes d'action plus concrètes pouvant les guider dans les collectes de données et les prises de décision à venir. En second lieu, je m'adresse, de manière plus large, au secteur institutionnel québécois, en mettant de l'avant certaines grandes stratégies de recherche ou de financement pouvant, à mon avis, contribuer à porter la culture des noisetiers, et plus largement celle des arbres à noix, quelques crans plus loin dans notre province. Je termine cette section en proposant quelques pistes de recherche aux étudiant-e-s et autres passionnée-e-s souhaitant approfondir la question de la culture des noisettes et des noix au Québec, et ce dans une perspective agroforestière ou agroécologique. Bien entendu, ces suggestions ne constituent qu'une infime fraction des possibilités s'offrant à nous!

5.5.1 Propriétaires de la ferme « Au nom de la noix »

- Compléter la plantation de la rangée 5²⁶ et implanter de nouvelles rangées de noisetiers entre la rangée 5 et la rangée 9 afin d'améliorer la pollinisation. Il pourrait même être avantageux d'implanter des noisetiers jouant le rôle de pollinisateurs en amont de la rangée 9 (au sud-ouest), en les insérant entre les arbres à noix s'y trouvant.
- Établir une échelle d'évaluation rapide du rendement pouvant être utilisée au champ sans avoir à récolter l'ensemble de la production, par exemple 0 à 5, ou 0 équivaldrait à l'absence de noisettes et 5 équivaldrait à une production très élevée. La simplicité de cette méthode pourrait permettre de colliger des données sur une période s'échelonnant sur plusieurs années, sans avoir à investir de trop nombreuses heures de travail.
- Effectuer un suivi annuel de rendement et de qualité pour les 10 noisetiers prometteurs identifiés dans le cadre de cette étude, de même que pour les noisetiers ayant été identifiés dans les groupes de 2^e et de 3^e intérêt (non présentés dans ce rapport).
- Installer des capteurs de température de l'air (à l'ombre) afin d'être en mesure de corréler certaines observations et prises de décisions avec les degrés-jours de croissance cumulatifs (1^{er} avril au 31 octobre, en base 0).

²⁶ Étape partiellement réalisée depuis 2018 par les propriétaires du site.

- Effectuer un suivi rigoureux du taux de remplissage et du % de défauts en fonction de la date de récolte, des degrés-jours de croissance cumulatifs et de la pluviométrie.
- Évaluer la pollinisation en répertoriant les dates d’ouverture des chatons et la période de réceptivité des fleurs femelles durant les mois d’avril et de mai, en corrélant les observations avec les degrés-jours de croissance cumulatifs (en base 0).
- Effectuer un suivi général du rendement et de la qualité des noisettes pour les cultivars ‘Aldara’ et ‘Andrew’ (utilisation d’une échelle d’évaluation rapide pour le rendement, tel que mentionné plus haut).
- Effectuer une prise de données pour les autres cultivars commerciaux dont l’emplacement est bien connu sur le site²⁷. Par exemple, les cultivars ‘Laf#11’ et ‘Laf#13’ sont présents en nombres permettant la génération de statistiques intéressantes.
- À la suite de quelques années d’observations et de collecte de données, multiplier, par marcottage, les semis et les cultivars les mieux adaptés et les plus performants, remplaçant du même coup les lignées ou individus moins productifs par ces sélections localement éprouvées. Dans le cas des cultivars, s’assurer de s’acquitter des redevances exigées par les sélectionneurs ou les pépiniéristes, le cas échéant.

5.5.2 Institutionnelles

- *Appui au développement de cultivars*
 - Appuyer les initiatives de développement de cultivars déjà en cours au Québec.
 - Favoriser une grande diversité génétique au sein des programmes de sélection.
 - Favoriser le développement de cultivars *ET* de lignées de semis supérieurs.
 - Soutenir les initiatives de collectes de données déjà existantes et élargir leur champ d’action afin que l’ensemble des sites intéressants puisse faire l’objet d’une cueillette de données, ces derniers étant de plus en plus nombreux. En parallèle, favoriser le développement de programmes s’échelonnant sur plusieurs saisons de production afin d’établir des moyennes représentatives (au moins cinq ans) pour des noisetiers matures (au moins 10 ans) pour les différentes lignées et

²⁷ Ces cultivars étaient encore trop jeunes lors de la collecte de données de 2017, ne permettant donc pas d’étudier les rendements et la qualité des noisettes.

les différents cultivars, de même que pour les différents sites de production. Faciliter la mise en commun des données à travers la province et au-delà, afin d'en augmenter la portée.

-Prioriser la génération de données peu coûteuses, mais hautement significatives, afin que ces programmes puissent perdurer dans le temps (voir l'exemple de l'échelle d'évaluation rapide du rendement proposée dans les recommandations adressées aux propriétaires du site).

- Grâce à la génération de telles données, contribuer à la mise sur pied de programmes d'appui au démarrage et de programmes d'assurance récolte pour les producteurs souhaitant se lancer dans la production de noix dans la province.
- *Appui au développement de régies de culture efficaces et durables*
 - Appuyer le développement de régies de culture respectueuses des écosystèmes, notamment pour ce qui est des défis que poseront inévitablement certains prédateurs de noisettes comme les rongeurs, les geais bleus, les charançons du noisetier, les phytophages et certaines maladies.
- *Appui au développement de méthodes de récolte et de conditionnement*
 - Appuyer le développement des techniques de récolte et de conditionnement des noix et noisettes, percées technologiques jugées essentielles au développement d'une production commercialement viable au Québec. Les efforts en ce sens ont jusqu'à présent été assumés par des entrepreneurs passionnés et peuvent entraîner des coûts importants, envisageables pour un nombre très restreint d'entreprises.
- *Appui au développement d'une chaire de recherche*
 - Considérer la mise sur pied et le financement d'une chaire de recherche pouvant contribuer à l'avancement de la culture des noisetiers et des arbres à noix au Québec. Des exemples inspirants peuvent être trouvés du côté des institutions universitaires suivantes : l'Université de Guelph, l'Université de la Saskatchewan, l'Université du Minnesota, l'Université de la Colombie-Britannique à Vancouver (UBC), et l'Université de l'Orégon (OSU), pour ne nommer que celles-ci. La plupart d'entre elles joue un rôle clé dans leur région respective afin de soutenir le développement d'une production commercialement viable de noisettes.

5.5.3 Thématiques de recherche en lien avec l'agroforesterie et l'agroécologie

- *Interactions entre les noisetiers et les cultures associées*
 - Évaluation de la création d'habitat pour la faune auxiliaire au sein des rangées de noisetiers implantées sur des fermes maraîchères.
 - Évaluation des interactions au niveau des systèmes racinaires (concurrence, complémentarité).
 - Sélection de morphotypes de noisetiers plus compacts et de faibles dimensions afin de limiter la projection d'ombrage sur les cultures avoisinantes et de noisetiers plus compacts ou érigés afin de limiter l'emprise latérale.
- *Architecture et distribution racinaire*
 - Évaluation de la capacité des noisetiers, en sol et climat québécois, de contribuer à certaines fonctions écologiques, notamment la récupération des nutriments lessivés (hypothèse du filet racinaire).
- *Cultures intercalaires*
 - Évaluation de systèmes intercalaires mettant en commun les noisetiers et certaines cultures intercalaires (maraîchères ou petits fruits par exemple). Des rangées de noisetiers espacées aux 15 m, sur un axe nord-sud, permettraient d'assurer une pollinisation adéquate pour une production de noisettes, tout en permettant le passage de petite machinerie et une utilisation intéressante des entre-rangs. Une telle configuration pourrait par exemple permettre d'amplifier le rayonnement solaire dans les entre-rangs ce qui, de pair avec l'effet brise-vent, pourrait procurer les conditions de croissance idéales pour certaines cultures, notamment celles requérant beaucoup de chaleur (ex. patate douce).
- *Sylvopastoralisme*
 - Évaluation des morphotypes de noisetiers érigés, poussant sur un nombre restreint de tiges, en combinaisons sylvopastorales, notamment avec les moutons, les oies, les canards et les poules. Évaluation de l'effet fertilisant et biostimulant de la présence de ces animaux sur le sol et sur la vigueur et le rendement des noisetiers.
- *Séquestration de carbone*

- Quantification de la séquestration de carbone dans les parties aériennes et souterraines des noisetiers afin de pouvoir inclure ces données dans les calculs de crédits carbone, par exemple.

6. Conclusion

Bien que leur portée soit limitée par une période de collecte ne s'étalant que sur une seule saison de production, les données de rendement et de qualité recueillies pour les 10 phénotypes prometteurs de la ferme « Au nom de la noix » sont fortement encourageantes, à plus forte raison lorsqu'elles sont comparées avec des ensembles de données provenant de l'Ontario et du Midwest américain.

Pour ce qui est des deux cultivars commerciaux étudiés, 'Aldara' et 'Andrew', les résultats laissent présager, de prime abord, qu'il ne s'agit possiblement pas de sélections particulièrement bien adaptées ou productives dans les conditions du site. Cependant, une pollinisation insuffisante, liée à la configuration du site, pourrait expliquer la faiblesse des rendements obtenus pour ces deux cultivars. Il semble toutefois moins probable que cette hypothèse puisse expliquer le faible calibre généralement observé pour le cultivar 'Aldara'. Par ailleurs, il demeure intéressant de se demander si les résultats obtenus pour les individus au rendement et au calibre exceptionnels sont le reflet de leur potentiel lorsque les conditions culturales optimales sont réunies, en particulier la pollinisation, l'humidité du sol et la nutrition des plants.

L'étude met également en lumière l'importance de générer des statistiques de productivité détaillées. Afin que ces dernières soient utilisables par les agriculteurs, les rendements en amandes et les rendements par surface et par volume de cime apparaissent particulièrement cruciaux. Bien entendu, il demeure trop tôt pour s'avancer, avec confiance, par rapport aux rendements atteignables à maturité, non seulement pour ce site, mais encore moins pour le Québec en général. De telles données ne seront rendues disponibles qu'après plusieurs années d'effort soutenu. En espérant que les nombreuses initiatives en cours dans la province soient à la hauteur de l'engouement populaire et qu'elles puissent rendre les noix et noisettes du Québec accessibles à toutes et à tous dans un avenir prochain.

7. Remerciements

- Merci à Pierre et à Véronique Boucher pour leur accueil chaleureux et leur collaboration qui fut essentielle à la réalisation de cette étude. Merci à Nadine Pesant pour le partage d'informations hautement pertinentes en ce qui a trait au site de recherche.
- Merci à Bernard Contré, à Louis Lefebvre, à Laurie Brown, à Yvan et Alain Perreault et à Linda et Ernie Grimo pour leurs généreuses contributions en idées, en données et en informations techniques.
- Merci à Alain Cogliastro pour ses propositions hautement pertinentes lors de l'élaboration de la proposition de recherche.
- Merci à Alain Olivier pour le soutien inconditionnel et la motivation, pour les rétroactions précises et éclairantes et pour une patience inouïe.

8. Références

Bors B (2010) Zone 2 Hybrid Hazelnuts. University of Saskatchewan Fruit Program. University of Saskatchewan. Disponible à l'adresse suivante : <https://research-groups.usask.ca/fruit/Fruit%20crops/hazelnuts.php> (page consultée le 14 décembre 2020).

Braun L, Jensen J (2015) Growing Hybrid Hazelnuts. Rural Advantage, Fairmont, Minnesota. Disponible à l'adresse suivante : https://www.midwesthazelnuts.org/uploads/3/8/3/5/38359971/hazel_production_guide_v_3_jan_2015.pdf (page consultée le 14 décembre 2020).

Contré, B (2004) Noix, noisettes et glands pour le Québec. Document non publié.

CPNCQ [Club des producteurs de noix comestibles du Québec] (2014) Fiches techniques. Arbres à noix comestibles. 2^e édition. Disponible à l'adresse suivante : http://www.noixduquebec.org/uploads/1/9/2/2/19220259/fiches_techniques_-_arbres_%C3%A0_noix_par_le_cpncq.pdf. (page consultée le 14 décembre 2020).

Dale A, Galic D, Leuty T, Filotas M, Currie E (2012) Le noisetier en Ontario : biologie et variétés possibles. Fiche technique, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/12-008.htm>. (page consultée le 2 mars 2017).

Filotas M, Dale A, Galic D, Leuty T, Currie E (2012) Culture du noisetier en Ontario : les ravageurs. Fiche technique, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/12-010.htm>. (page consultée le 7 avril 2017).

Fischbach J (2009) Upper Midwest Hazelnut Development Initiative. University of Wisconsin Extension. Disponible à l'adresse suivante : <http://w.midwesthazelnuts.org/description.html>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Fischbach J (2010) Hazelnut Improvement Program. Program Description, Data Collection Guide and Privacy and Intellectual Property Management Policy. Upper Midwest Hazelnut Development Initiative, Ashland/Bayfield County University of Wisconsin Extension. Document non publié.

Fischbach J (2017a) A Production and Economic Model for Hedgerow Hazelnut Production in the Midwestern United States. Upper Midwest Hazelnut Development Initiative, University of Wisconsin Extension. Disponible à l'adresse suivante : https://www.midwesthazelnuts.org/uploads/3/8/3/5/38359971/production_and_economic_model_for_hedgerow_hazelnut_production_v3.pdf. (page consultée le 14 décembre 2020).

Fischbach J (2017b) Hazelnut Enterprise Budgeting Tool. Upper Midwest Hazelnut Development Initiative, University of Wisconsin Extension Disponible à l'adresse suivante : Disponible à l'adresse suivante : <https://www.midwesthazelnuts.org/publications.html>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Gouvernements de la Colombie-Britannique et du Canada (2017) Building Business Success : A Hazelnut Planning Tool for the Fraser Valley. Disponible à l'adresse suivante : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/farm-management/farm-business-management/enterprise-budgets/hazelnut-2017_sh_august_2018.pdf. (page consultée le 30 avril 2020).

Grimo (2018) Hazelnut Farming for Profit, [https://www.grimonut.com/shared/media/editor/file/Hazelnut%20Farming%20for%20Profit%202018%20%20\(1\).pdf](https://www.grimonut.com/shared/media/editor/file/Hazelnut%20Farming%20for%20Profit%202018%20%20(1).pdf). (page consultée le 9 avril 2019).

Grimo (2019) Hazelnut Trees for 4 Climate Zones in Ontario & Eastern North America. Disponible à l'adresse suivante :

<https://www.grimonut.com/shared/media/editor/file/Hazelnut%20Trees%20for%20Zones%204-8%202019.pdf>. (page consultée le 13 janvier 2020).

Güner M, Dursun E, Dursun IG (2003) Mechanical behaviour of hazelnut under compression loading. *Biosystems Engineering* : 85(4): 485-491. Disponible à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/248597773_Mechanical_Behaviour_of_Hazelnut_under_Compression>Loading. (page consultée le 14 décembre 2020).

IRDA [Institut de recherche et de développement en agroenvironnement] (2008) Carte pédologique : feuillet 31H11102. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.irda.qc.ca/fr/services/protection-ressources/sante-sols/information-sols/etudes-pedologiques/>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Leadbetter CW, Capik JM, Mehlenbacher SA, Molnar TJ (2016) Hazelnut Accessions from Russia and Crimea Transmit Resistance to Eastern Filbert Blight. *Journal of the American Pomological Society* : 70(2) : 92-109. Disponible à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/307889913_Hazelnut_Accessions_from_Russia_and_Crimea_Transmit_Resistance_to_Eastern_Filbert_Blight. (page consultée le 14 décembre 2020).

Lefebvre L (2016) Rencontre avec Adam Dale. Dans: Contré B (2016) Lettre du CPNCQ no 18, Automne 2016. Disponible à l'adresse suivante : http://www.noixduquebec.org/uploads/1/9/2/2/19220259/lettre_automne_2016.pdf. (page consultée le 14 décembre 2020).

Leuty T, Galic D, Bailey P, Dale A, Currie E, Filotas M (2012) Le noisetier en Ontario : culture, récolte et salubrité alimentaire. Fiche technique, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/12-012.htm>. (page consultée le 8 avril 2017).

Mehlenbacher SA, Smith DC, McCluskey, RL (2011) Jefferson Hazelnut. *HortScience* : 46(4) : 662-664. Disponible à l'adresse suivante : <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/46/4/article-p662.xml>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Miller M, Seavert CF, Olsen JL (2013) Orchard Economics: The Costs and Returns of Establishing and Producing Hazelnuts in the Willamette Valley. Oregon State University

Extension Service. Disponible à l'adresse suivante : <https://appliedecon.oregonstate.edu/sites/agscid7/files/oaeb/pdf/AEB0043.pdf>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Molnar TJ, Goffreda JC, Funk CR (2005) Developing Hazelnuts for the Eastern United States. *Acta Horticulturae* : 686 : 609-618. Disponible à l'adresse suivante : https://www.actahort.org/books/686/686_81.htm. (page consultée le 14 décembre 2020).

Muehlbauer MF, Honig JA, Capik JM, Vaiciunas JN, Molnar TJ (2014) Characterization of eastern filbert blight-resistant hazelnut germplasm using microsatellite markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* : 139(4) : 399-432. Disponible à l'adresse suivante : <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/139/4/article-p399.xml>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Olsen (2013a) Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest – Orchard Design – EM 9077. Disponible à l'adresse suivante : <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em9077.pdf>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Olsen (2013b) Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest – Orchard Nutrition – EM 9080. Disponible à l'adresse suivante : <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9080>. (page consultée le 1er mai 2020).

Olsen (2013c) Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest – Pollination and Nut Development – EM 9074. Disponible à l'adresse suivante : <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9074>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Perreault A (2013) Étude sur les rendements de noisetiers rustiques. Au jardin des noix, Saint-Ambroise-de-Kildare. Document non publié.

Ressources naturelles Canada (2014) Zones de rusticité des plantes dans le sud de l'Ontario et du Québec. Disponible à l'adresse suivante : <https://geoscan.nrcan.gc.ca/images/geoscan/gid294868.jpg>. (page consultée le 4 avril 2019).

Revord RS, Lovell, ST, Capik JM, Mehlenbacher SA, & Molnar, TJ (2020) Eastern Filbert Blight Resistance in American and Interspecific Hybrid Hazelnuts. *Journal of the American Society for Horticultural Science* : 145(3) : 162-173. Disponible à l'adresse suivante :

<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/145/3/article-p162.xml>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Rutter P, Wiegrefe S, Rutter-Daywater B (2015) Growing Hybrid Hazelnuts: The New Resilient Crop for a Changing Climate. Chelsea Green Publishing, White River Junction. 272 pages.

Taghavi T, Dale A, Kelly JM, Galic D, Rahemi, A (2020) Performance of hazelnut cultivars and selections in southern Ontario. Canadian Journal of Plant Science : 100(5) : 537-548.

Thorne MS, Skinner QD, Smith MA, Rodgers JD, Laycock WA, Cerekci SA (2002) Evaluation of a technique for measuring canopy volume of shrubs. Journal of Range Management : 55(3) : 235-241. Disponible à l'adresse suivante : <https://repository.arizona.edu/handle/10150/643653>. (page consultée le 14 décembre 2020).

Turan, A (2018) Effect of drying methods on fatty acid profile and oil oxidation of hazelnut oil during storage. European Food Research and Technology : 244(12) : 2181-2190.

UBC Farm (2013) UBC Farm Alley Cropping with Hazelnuts – Agroforestry Production Development Tool. University of British Columbia. Disponible à l'adresse suivante : <http://agroforestry.ubcfarm.ubc.ca/agroforestry-production-development-tool/>. (page consultée le 30 avril 2020).

Vézina A, Desbiens P, Nadeau N (2007) Choix et arrangement des végétaux en haies brise-vent et en bandes riveraines. Institut de technologie agroalimentaire, campus de La Pocatière. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.wbvecan.ca/francais/images/vegetaux.pdf>. (page consultée le 4 avril 2017).

9. Annexe

Tableau 13. Inventaire complet des noisetiers présents sur la ferme « Au nom de la noix » en date du 31 août 2017, en fonction des factures archivées.

Année de plantation	Fournisseur	Nombre	Nom	Type	Hauteur des plants lors de la plantation (pieds)	Emplacement connu ?
2012	Grimo	1	Slate	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Gene (ancien nom: Geneva)	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Carmela (ancien nom: Grimo 208P)	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Alex (ancien nom: Grimo 186M)	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Matt (ancien nom: Grimo 208D)	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Farris G17	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Jefferson	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Santiam	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Zeta	Marcotte	1 à 2	Non
2012	Grimo	1	Gamma	Marcotte	3 à 6	Non
2012	Grimo	2	Turkey Tree Hazels	Marcotte	2 à 3	Non
2012	Grimo	100	Heterophylla semis	Semis	2 à 3	Oui
2012	Grimo	50	Het1	Marcotte	1 à 2	Oui
2012	Lafeuillée	1	Minnesota #3 (Laf3?)	Marcotte ?	6	Non
2012	Lafeuillée / Shepard / Rutter	125	Hybrides du Wisconsin	Semis	?	Oui
2012	Lafeuillée	1	Noisetier Heterophylla	?	3	Non
2012	Lafeuillée	7	Hybrides mixtes	Inconnu	?	Non
2013	Grimo	75	Semis 198H	Semis	2 à 3	Non
2013	Grimo	25	Het3	Marcotte	1 à 2	Oui et non
2013	Lafeuillée	13	Hybrides Molnar	?	?	Non
2013	Lafeuillée	2	Hybrides Graham-Potts#1	?	?	Non
2014	Grimo	38	Het3	Marcotte	1 à 2	Oui
2014	Grimo	37	Het1	Marcotte	1 à 2	Oui
2014	Lafeuillée	1	Laf6	Marcotte	?	Oui
2014	Lafeuillée	1	B1 x By	Semis ?	?	Oui
2014	Lafeuillée	2	Molnar	Semis ?	?	Oui
2015	Lafeuillée / Rhora	12	Gellately, Car3,6,9,12	Marcotte ?	1,5	Oui (non pour Car12)
2015	Lafeuillée	1	Skinner1	Marcotte	?	Non
2015	Lafeuillée	14	Noisetiers marcottage	Marcotte	?	Non
2015	Lafeuillée	1	Noisetier hybride pot 1L	?	?	Non
2016	Lafeuillée	1	Laf13	Marcotte	?	Oui
2016	Lafeuillée	1	Zeta	Marcotte	?	Non
2016	Lafeuillée	1	Gamma	Marcotte	?	Non
2016	Lafeuillée	19	Noisetiers hybrides variés	?	?	Non
2017	Casse-Noisette	2	Noisetiers de Byzance	Marcotte ?	2 à 3	Non
2017	Lafeuillée	1	Noisetier hybride Saskatchewan (Grimo)	Marcotte ?	?	Non
2017	Lafeuillée / Grimo	1	Julia (northern)	Marcotte	3	Non
2017	Lafeuillée / Grimo	1	Johanne	Marcotte	1 à 2	Non
2017	Lafeuillée	1	Laf6	Marcotte	?	Non
Total		546				



Figure 33. Exemples de coques tachées par la fumagine, laquelle se développe en raison du miellat laissé par les pucerons à la surface. L’amande, à l’intérieur de la coque, n’est pas affectée par la fumagine. Noisettes provenant du cultivar ‘Aldara’.

Source : Vincent Hamann-Benoit.

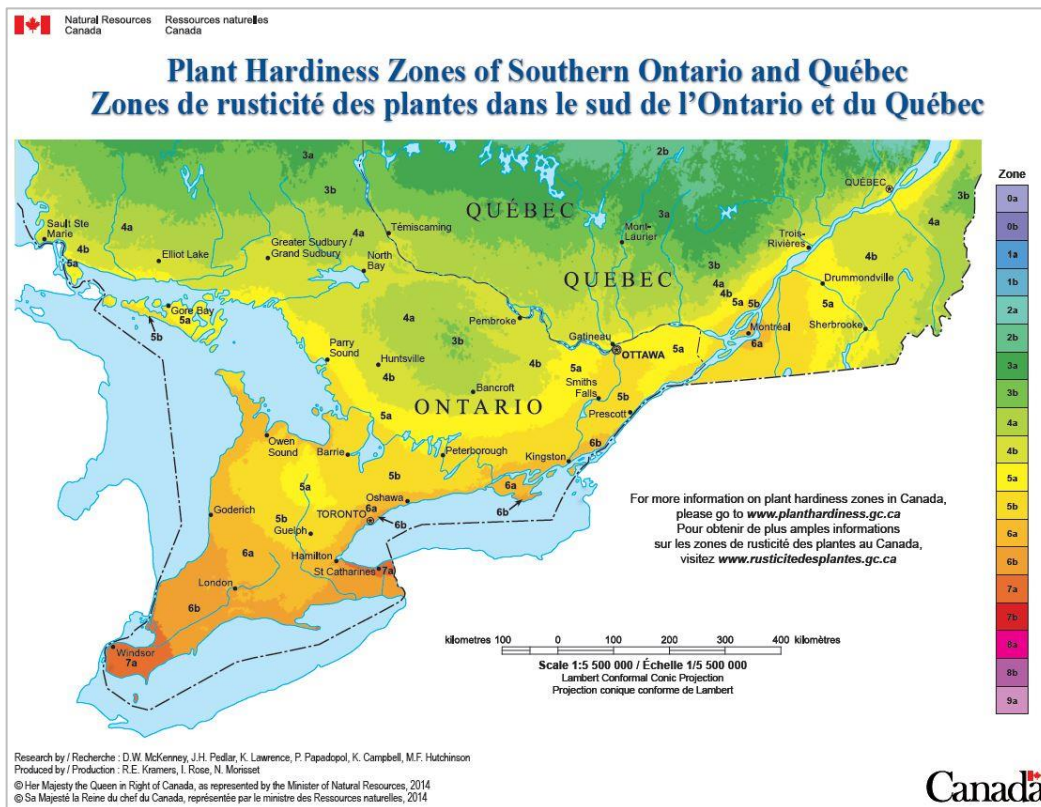


Figure 34. Zones de rusticité du Canada. Source : Ressources naturelles Canada (2014).