



CISA
INNOVATION SOCIALE
AGRICULTURE • ALIMENTATION
INAB  CÉGEP DE VICTORIAVILLE

2024



Les serres nordiques : état des connaissances et perspectives d'innovation pour décarboner les systèmes alimentaires nordiques

Par Hugo Valls Fox, Sam Chauvette, Audrey Roy, Charlotte Giard-Laliberté, Mégane Lelier, Marie Teillot, Éloïse Gagnon, Catherine Riel, Didier Haillot, Nalitha Paradis et Mélodie Desrosiers

Un projet piloté par le CISA,
en collaboration avec les
partenaires suivants :



CETAB⁺
INAB  CÉGEP DE VICTORIAVILLE



ÉCOLE DE
TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE
Université du Québec



Fonds
de recherche

Québec



Ce projet a été financé par le « Défi décarbonation » (phase 1 - état des connaissances) mis de l'avant par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

Table des matières

Table des matières	1
1. Introduction	2
2. Gouvernance et durabilité des projets de serre	4
2.1 Entrepreneuriat social.....	4
2.2 Importance des gestionnaires.....	4
2.3 Financement de longue durée au-delà du démarrage	5
2.4 Recherche et innovation dans le contexte du TNQ.....	5
3. Contribution des serres à la décarbonation des systèmes alimentaires nordiques	6
4. Gestion du climat et efficacité énergétique en conditions nordiques	7
4.1 Conditions climatiques	7
4.2 Gestion du climat et efficacité énergétique.....	7
4.2.1 Maximiser la captation de l'énergie solaire et limiter les pertes de chaleur	8
4.2.2 Maximiser le stockage de l'énergie.....	9
4.2.3 Sources alternatives de chauffage.....	9
4.3 Gestion de la luminosité.....	10
5. Régie de culture serricole en condition nordique.....	11
5.1 Sol et substrat de culture.....	11
5.1.1 Conditions pédologiques.....	11
5.1.2 Amendements des sols natifs et production de substrat de culture	11
5.2 Régie de culture.....	14
5.2.1 Choix des cultures.....	14
5.2.2 Choix des cultivars	14
5.2.3 Régie de fertilisation	14
5.2.4 Régie phytosanitaire	15
6. Transmettre et faire perdurer les connaissances.....	15
6.1 Une offre de formation peu adaptée au TNQ	15
6.2 Transmettre des connaissances pour assurer la pérennité des projets	16
7. Conclusion.....	17
Références bibliographiques	18



1. Introduction

Le territoire nordique québécois (TNQ) s'étend au nord du 49^e parallèle, puis au nord du fleuve et du golfe du Saint-Laurent¹. Les écosystèmes énergétiques régionaux nordiques (EERN) reposent sur des innovations sobres en carbone et à faible empreinte environnementale. Les EERN visent également à garantir les services de base comme le logement, l'alimentation, la santé et l'éducation pour les 63 communautés du TNQ dont 31 sont issues des nations inuite, crie, innue et naskapie, soit un tiers des 130 000 habitants. Les systèmes

alimentaires du TNQ ne répondent pas adéquatement aux besoins des populations et le taux d'insécurité alimentaire est le plus élevé de la province particulièrement pour les communautés autochtones². Cette situation résulte principalement de facteurs politiques, économiques et sociaux liés à la colonisation du TNQ auxquels s'ajoutent la distance, les changements climatiques et des infrastructures inadéquates^{3,4}.

Selon le Plan d'Action Nordique (2023-2028), la sécurité alimentaire est la principale justification avancée pour « poursuivre la réalisation de projets de serres adaptées aux conditions climatiques dans lesquelles les communautés nordiques évoluent »⁵. Les serres sont des infrastructures de production végétale qui permettent d'emmagasiner la chaleur et de contrôler les paramètres climatiques, permettant ainsi de créer un microclimat plus favorable et de prolonger la saison de culture. Les serres produisent des fruits et légumes frais qui contribuent à une partie des besoins alimentaires des populations du TNQ. Leur apport doit être envisagé en synergie avec d'autres modes de production extérieure ou intérieure et de méthodes d'approvisionnement traditionnelles (chasse, pêche, cueillette). Les serres contribuent également à l'éducation et au renforcement des liens sociaux en offrant des lieux de rencontre et d'apprentissage⁶. Lors de consultations menées dans 4 municipalités en Eeyou-Istchee Baie-James, les personnes présentes souhaitent équiper leur communauté de serres et se doter des compétences pour les gérer⁷. Dans cette synthèse, nous passerons en revue les connaissances et les facteurs afin que les serres nordiques répondent au double défi de contribuer aux besoins de base des populations du TNQ en alimentation, santé et éducation ainsi que la décarbonation de leurs systèmes alimentaires.

Selon les conditions pédoclimatiques et l'histoire, différentes formes de production végétale sont pratiquées. Les cultures extérieures ont été et sont pratiquées jusqu'à Chisasibi à plus de 53°N⁸, les cultures intérieures sont également pratiquées dans des fermes conteneurs⁹ comme à Kuujuaq¹⁰ et Inukjuak¹¹. Nous avons recensé 44 serres dans le TNQ¹² dont 6 au Nunavik, 9 en Eeyou-Istchee Baie-James et 29 sur la Côte-Nord. Selon des ententes locales entre les partenaires, différents systèmes sont mis en place pour la distribution, 45% pratiquent la vente tandis que les autres distribuent gratuitement les produits aux jardiniers ou à des organismes bénéficiaires. En effet, seulement 9 sont détenues par des entreprises privées ou familiales, la majorité sont des serres communautaires ou à visée sociale qui contribuent à la production d'aliments locaux, de qualité et à des prix abordables, au renforcement des liens sociaux et de la capacité d'action collective⁶. Elles encouragent également la réinsertion et la création d'emplois locaux^{13,14}. Le jardinage peut contribuer à la santé et au bien-être des utilisateurs et utilisatrices bien que peu d'études l'envisagent du point de vue des Premières Nations ou Inuit¹⁵. La vocation pédagogique est largement partagée; il s'agit de la mission première des serres gérées par des institutions scolaires⁶. Enfin plusieurs projets de serres communautaires participent activement à des programmes de recherche^{16,17} et deux serres sont directement gérées par des institutions de recherche^{18,19}. Afin d'envisager la contribution des serres nordiques à la décarbonation des systèmes alimentaires, il est nécessaire de prendre en compte les spécificités de la gouvernance de ces projets afin de mobiliser les communautés, respecter leur droit à l'autodétermination et assurer la pérennité des projets alimentaires.

2. Gouvernance et durabilité des projets de serre

Assurer la pérennité des projets est une composante centrale de la décarbonation des systèmes alimentaires afin d'amortir les impacts financiers de l'installation des infrastructures et maximiser les bénéfices rendus aux communautés sur le long terme.

2.1 Entrepreneuriat social

L'entrepreneuriat social (ES), qui vise la création de valeur sociale²⁰, est particulièrement présent dans les projets de serre du TNQ en raison du manque de viabilité de l'entrepreneuriat agricole traditionnel et de la multiplicité des services sociaux rendus par ces projets dans les communautés⁶. L'ES joue un rôle crucial dans la revitalisation des communautés nordiques, souvent confrontées à la dévitalisation et à l'isolement géographique^{21,22}. En effet, cet isolement ainsi que les écosystèmes de soutien limités constituent des obstacles au développement des entreprises agroalimentaires commerciales²³⁻²⁵. La prise de décision collective est profondément ancrée culturellement, particulièrement au Nunavik, ce qui reflète la place centrale des coopératives dans l'économie de la région^{26,27}. Malgré ce dynamisme de l'ES, il existe un double défi : augmenter l'implication des habitants et habitantes des communautés dans les projets^{6,28} et renforcer les capacités d'action des gestionnaires par l'implication d'administrations, d'OBNL et d'entreprises en soutien à leurs actions²³ comme le font les régies de santé²⁹⁻³¹ qui contribuent aux financements de certaines initiatives en lien avec l'alimentation ou par exemple Hydro-Québec qui garantit l'achat d'une part de la production de la serre de Radisson³².

2.2 Importance des gestionnaires

Les projets de serres nordiques font face à des défis de gestion, notamment en raison de la lourde charge de travail qui pèse sur un petit nombre d'individus souvent isolés³³. Les projets agroalimentaires émergent souvent grâce à la volonté de "champions"³⁴, des personnes très motivées qui parviennent à embarquer leur communauté dans un projet. Ces individus constituent une force de développement importante et permettent la diffusion de compétences et de connaissances³⁵ comme le montre le rôle de la coopérative de solidarité Gaïa³⁶ dans le développement de l'agriculture dans le TNQ. Cependant, ces individus risquent de s'épuiser⁶ et leur départ met souvent en jeu la pérennité des projets si personne ne les remplace ou si la passation n'est pas réalisée adéquatement^{13,37}. Un accompagnement adapté au contexte local et centré sur l'engagement et le leadership des individus au sein des dynamiques collectives, en mettant l'accent sur l'ancrage culturel, est primordial pour soutenir ces initiatives^{23,38}.

L'embauche de gestionnaires pour assurer le bon fonctionnement des infrastructures est un facteur qui favorise la pérennité des projets. Cependant, le manque de main-d'œuvre formée en agriculture, le fort roulement de personnel et le manque de fonds compliquent le recrutement, en particulier pour des projets communautaires dans les communautés nordiques isolées⁶. L'implication de membres des communautés dans la gouvernance (conseils d'administrations, coopératives) et dans les activités des initiatives (corvées communes, socialisation) est un facteur qui favorise la pérennité des projets, car il renforce le sentiment de responsabilité et d'appropriation des infrastructures^{38,39}. La mobilisation citoyenne au sein des projets

demeure un défi surtout lorsque les personnes qui portent ces projets ne sont pas originaires des communautés^{7,40,41}.

2.3 Financement de longue durée au-delà du démarrage

Les projets communautaires dépendent fortement de financements stables et d'un contexte réglementaire favorable. La majorité de ces organismes ne disposent pas de revenus pour financer le salaire d'une personne gestionnaire et les coûts de fonctionnements d'une serre⁶. Au démarrage, la visée sociale des projets permet d'accéder à des subventions pour financer les infrastructures qu'il serait difficile, voire impossible d'amortir avec les seuls revenus de la vente de produits. Par la suite, ce sont principalement les activités sociales qui permettent de couvrir le salaire d'une personne gestionnaire par le biais de subventions, de vente de services ou directement pris dans les fonds de roulement à la mission des organismes. Les initiatives soutenues par un réseau solide de partenaires locaux présentent une plus grande stabilité financière et un meilleur arrimage aux besoins des communautés. Une collaboration stratégique avec les gouvernements, les centres de recherche et les entreprises est essentielle pour le développement durable des serres, répondant aux besoins des communautés et renforçant la pérennité des initiatives serricoles^{13,33,42,43}. Dans plusieurs communautés c'est l'implication des gouvernements locaux (conseil de bande, localité, municipalité) qui assure le démarrage, la coordination des initiatives telles que des plans de développement d'une communauté nourricière⁴⁴ et le financement d'employé.e.s¹⁹.

2.4 Recherche et innovation dans le contexte du TNQ

L'implication des Premières Nations et des Inuits demeure insuffisante dans les recherches et la gouvernance des systèmes alimentaires ou l'adaptation aux changements climatiques^{28,45}, malgré une prise de conscience grandissante dans les milieux académiques et institutionnels. Cela nuit à l'implication de ces communautés dans des projets d'innovation en agriculture nordique³⁸. Ces projets sont souvent perçus comme des initiatives coloniales qui ne répondent pas aux besoins des communautés. Instaurer des relations de confiance est nécessaire en contexte de recherche autochtone⁴⁶. Plusieurs approches de recherche sont répertoriées⁴⁷ telles que « La recherche comme cérémonie »⁴⁸, l'approche du « double regard »⁴⁹ ou faire une recherche d'une « bonne façon »⁵⁰. Ces méthodes demeurent quasiment absentes de la littérature scientifique dans les domaines de l'ingénierie, de l'énergie et du développement d'infrastructures⁴⁷.

Les relations de confiance et une gouvernance démocratique sont tout aussi importantes pour les communautés allochtones du TNQ. Des approches d'innovation collaborative pour l'ensemble du TNQ incluent les « laboratoires vivants » qui permettent aux acteurs et actrices du milieu d'orienter les recherches pour qu'elles répondent à leurs besoins^{51,52}. Cette approche est aussi pertinente pour l'accompagnement de régions vers une transition durable des EERN, à condition que les laboratoires vivants soient centrés sur les individus et leur contexte local dans le but de bâtir leurs compétences⁵³. Les approches de co-construction dites « situées »^{54,55} et « basées sur la communauté »⁵⁶ sont aussi particulièrement pertinentes pour analyser les spécificités territoriales et les initiatives agroalimentaires locales mises en place²¹. Il est d'ailleurs pertinent de promouvoir des processus de discussion collectifs tel que la prise de décision par consensus⁵⁷ ainsi que

le dialogue en tant que méthode de transmission de connaissance¹⁵ dans les projets de recherche avec les communautés autochtones et allochtones.

3. Contribution des serres à la décarbonation des systèmes alimentaires nordiques

La colonisation des territoires nordiques canadiens a façonné les systèmes alimentaires et l'approvisionnement énergétique des communautés tant autochtones qu'allochtones⁴. Les systèmes alimentaires des communautés du TNQ sont dominés par l'importation avec une contribution minoritaire et variable de la chasse, la pêche, la cueillette et de production locale⁵⁸⁻⁶⁰. Par exemple, une étude en Baie-James rapporte que 91,2% des personnes répondantes s'approvisionnent à l'épicerie locale; 57,1 % font leur épicerie à l'extérieur de leur localité; 50,9 % pratiquent la chasse, la pêche et/ou la cueillette et 40,3 % le jardinage⁶¹. La sédentarisation des communautés autochtones et la fondation de localités allochtones se sont accompagnées de construction d'infrastructures permanentes entraînant l'utilisation de génératrices diesel et de systèmes de chauffage au mazout⁵⁶. De fait, 18 collectivités du TNQ ne sont pas reliées au réseau électrique, dont 15 se situent au Nunavik. Cela accentue leur dépendance aux combustibles fossiles. In fine, le TNQ se situe en bout de chaîne de distribution du réseau alimentaire mondial à forte empreinte énergétique due à l'utilisation intensive des combustibles fossiles, de la production d'engrais, au transport et à la conservation des denrées alimentaires^{41,62}.

Peu d'information est disponible sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées aux systèmes alimentaires du TNQ. Une étude de 2018 a estimé que le transport des aliments des centres de distribution jusqu'au Nunavik génère 1,8 kg CO₂eq par kilogramme de légumes⁴¹. Il est admis que le transport des denrées alimentaires vers les collectivités nordiques contribue de manière significative à l'empreinte environnementale du système alimentaire, dû à l'éloignement des centres de production et de distribution. Cependant, le manque de données concernant la production et la transformation des aliments, les habitudes alimentaires des populations et la gestion des matières résiduelles ne permet pas d'établir un bilan exhaustif des émissions de GES du système alimentaire nordique^{38,41,58}.

La production locale en serre permettrait de réduire la dépendance aux importations et donc les émissions de GES associées au transport des aliments. En moyenne, la production en serre au sud du Québec, génère 3 kgCO₂eq/kg de légumes-fruits et 1,3 kgCO₂eq/kg de légumes-feuilles. Le chauffage nécessaire pour la production est le principal contributeur, représentant en moyenne 68 % des émissions de GES de la filière serricole. L'utilisation de propane augmente la production de GES à 4,9 kgCO₂eq/kg de légumes-fruits. L'utilisation d'énergies renouvelables permet de réduire ces émissions à 1,1 kg CO₂ eq/kg de légumes fruit pour l'électricité et 1,6 kg CO₂ eq/kg de légume-fruit pour le chauffage à partir de biomasse⁶³. Ainsi, il est essentiel de concevoir des serres nécessitant moins de chauffage ou intégrant des technologies pour optimiser l'efficacité énergétique. Toutefois, le manque de données sur d'autres facteurs importants comme les infrastructures et l'approvisionnement en intrants ne permet pas de faire une évaluation exhaustive des émissions de GES de la production en serre du TNQ.

Dans les régions nordiques, la production alimentaire locale ne se limite pas à réduire la dépendance aux importations et l'empreinte carbone associée. Il s'agit avant tout de fournir des produits frais auxquels les habitants n'auraient pas accès autrement. En effet, la longueur des chaînes d'approvisionnement et les conditions de transport font en sorte que certains produits n'arrivent pas jusqu'au TNQ ou arrivent impropres à la consommation²⁴. À ce titre, produire localement contribue au droit à l'alimentation des populations en leur donnant accès à des aliments sains, frais et abordables¹³.

4. Gestion du climat et efficacité énergétique en conditions nordiques

La production en serre permet de contrôler certains paramètres climatiques et de protéger les cultures des intempéries telles que les gels tardifs et hâtifs ou les vents violents. Le contrôle climatique des serres est un élément central de leur contribution aux EERN pour limiter les émissions de GES.

4.1 Conditions climatiques

Les conditions climatiques affectent le type de structure serricole qui peut être construite, ainsi que les coûts de chauffage ou la durée de la saison de culture dans le cas d'une serre non chauffée. À titre d'exemple, on constate qu'à Québec en 2023, la saison de culture sans gel a été d'une durée approximative de 4 mois en comparaison de 3 mois pour Havre-Saint-Pierre ou Chibougamau et 2 mois pour Kuujuaq. On notera aussi que les températures les plus froides enregistrées ont été de $-42,8^{\circ}\text{C}$ à Kuujuaq versus $-34,1^{\circ}\text{C}$ à Québec.⁶⁴ Les niveaux de radiation solaire affecteront la capacité de captation et de chauffage passif d'une structure serricole. À titre indicatif, on compte environ 15,6 heures d'ensoleillement à une latitude de $47,30^{\circ}$ contre 22h à 65° en date du 21 juin. Au creux de l'hiver (22 décembre), il s'agit plutôt de 8,3 heures et 3,3 heures, respectivement⁶⁵. Ces paramètres environnementaux doivent entrer dans la planification d'une production serricole à l'année.

Il est à noter que les changements climatiques actuels et futurs amènent de profondes modifications dans les conditions de culture en région nordique, où une extension de la saison de production est à prévoir ainsi qu'une augmentation des rendements⁶⁶. En se basant sur les besoins en degrés-jour nécessaires à la production de céréales, des travaux de recherche ont estimé que d'ici 2100, la limite climatique pour ce type de production pourrait se déplacer en moyenne de 500 km et jusqu'à 1200 km en latitude pour certaines régions⁶⁷. L'augmentation généralisée du nombre de degrés-jour représente généralement un avantage autant pour la production nordique extérieure que serricole. Cependant, même au TNQ, la gestion climatique des serres devra anticiper les épisodes caniculaires de plus en plus fréquents tels ceux de l'été 2023⁶ pendant laquelle la température dans la serre de Radisson est restée plusieurs semaines au-dessus de 30°C .

4.2 Gestion du climat et efficacité énergétique

Les consignes optimales de température sont basées sur la quantité de lumière disponible, le type et le stade de croissance (végétatif versus génératif) de la culture. L'accumulation passive de chaleur dans l'infrastructure

serricole est limitée au TNQ, elle dépend entre autres de la radiation solaire et de la température extérieure. Le concept d'efficacité énergétique vise une réduction de la quantité d'énergie (fossile ou non renouvelable dans le cas présent) requise pour la production agricole⁶⁸. Afin de limiter l'empreinte énergétique et les besoins de chauffage des serres nordiques, il est essentiel de favoriser des infrastructures et des technologies serricoles permettant de limiter la déperdition thermique, de maximiser la captation des radiations solaires et le stockage d'énergie. L'adoption d'une régie culturale adaptée à la production serricole non chauffée et minimalement chauffée est aussi une option en accord avec le principe de sobriété énergétique (voir section 5.2 Régie de culture). Le chauffage d'appoint étant un outil souvent incontournable afin de fournir des conditions climatiques favorables en dehors de la saison estivale, il est important de s'intéresser aux sources de chauffage à faible empreinte carbone.

4.2.1 Maximiser la captation de l'énergie solaire et limiter les pertes de chaleur

L'orientation, la géométrie et le type de recouvrement des serres auront un impact sur les apports solaires et les pertes de chaleur. Certaines technologies amovibles peuvent aussi être utilisées pour limiter les pertes thermiques.

Concernant l'orientation, la direction optimale dépend de la période d'utilisation. Pour une production 4 saisons, la direction ouest-est, avec le côté long de la serre plein sud, permet de capter davantage de radiations en augmentant la captation en hiver^{69,70}. Une production restreinte à la saison estivale n'est toutefois pas avantagée par ce positionnement, on vise alors davantage une orientation nord-sud⁷¹. Pour l'emplacement du site, il est important de considérer la protection contre les vents dominants (et au besoin l'ajout de haies brise-vent) qui ont un impact majeur sur les phénomènes de convection sur les parois des serres⁷².

Parmi les géométries de serres à chapelle unique (monochapelle), cinq sont plus souvent étudiées : la serre quonset, la serre *vinery*, la serre à arche modifiée (quonset modifiée), la serre à pans de toit symétriques et asymétriques^{6,70,73-75}. La majorité de ces modèles sont déjà présents au TNQ, mais leur efficacité énergétique est peu étudiée⁷⁶. Indépendamment de la latitude, les serres à pans de toit asymétriques captent le plus de radiations et les serres quonsets captent le moins de radiations que les autres géométries^{74,77}. Toutefois, les pertes thermiques plus importantes pour les serres à pans de toits asymétriques les rendraient globalement moins efficaces⁷³. Les serres géodésiques, déjà présentes au TNQ⁷⁶, permettent de mieux réduire les charges et possèdent une meilleure tenue face aux vents, mais elles sont plus complexes à construire, posent des enjeux d'étanchéité et ne sont pas adaptées pour de très grandes surfaces⁷⁸. La serre solaire passive (aussi appelée serre chinoise) est un autre modèle intéressant impliquant l'installation d'un mur sur la façade nord afin de limiter les déperditions thermiques (par rayonnement et conduction/convection) sans trop restreindre le gain solaire^{72,79}. Ces murs permettent aussi de stocker la chaleur excédentaire en journée et de la retransmettre la nuit^{80,81}. Bien qu'offrant un potentiel intéressant en termes d'efficacité énergétique, il n'existe à notre connaissance aucun modèle de serre solaire passive avec isolation du mur nord au TNQ⁷⁶. La disponibilité commerciale d'une structure est un facteur déterminant et parfois limitant concernant l'innovation dans la géométrie des serres. Davantage d'études de serres par simulation et expérimentation seraient aussi nécessaires pour conclure sur le choix de ces géométries.

Le revêtement d'une serre, nécessairement translucide, est habituellement fait de verre, de plastique rigide ou de film plastique⁷⁴. Pour obtenir les meilleurs gains thermiques, il faut choisir des matériaux de revêtement avec une forte transmittance pour les longueurs d'onde visibles et ultraviolettes et une faible transmittance pour les infrarouges⁷², en plus de vérifier l'effet des radiations sur l'opacité du matériau dans le temps⁷⁴. Choisir des revêtements avec une bonne résistance thermique et opter pour un revêtement double couche permet aussi de limiter les pertes thermiques⁸². Le polycarbonate est un des matériaux les plus efficaces thermiquement, la double couche permettant une diminution de 30-35% des pertes de chaleur par rapport à une serre en verre⁷². Possiblement en raison du coût, la serre avec double couche de polyéthylène est le modèle le plus répandu chez les maraîchers diversifiés au Québec⁷¹. Enfin, il existe des systèmes d'écrans ou de couvertures thermiques permettant de limiter les déperditions de la serre, notamment durant la nuit. Ces écrans permettent de réduire d'au moins 20% les déperditions de chaleur^{69,72,82}. Ces couvertures s'installent souvent au niveau des parois. Cette méthode a aussi été adaptée à un contexte *low tech* de production maraîchère diversifiée en serre monochapelle et permet d'assurer une production automnale et hivernale de légumes-feuilles au Québec^{83,84}.

4.2.2 Maximiser le stockage de l'énergie

Pour maintenir les conditions thermiques dans les serres malgré des baisses de température, il est possible d'employer des systèmes de stockage. Leur principe est de capter la chaleur lorsqu'il fait chaud (en journée, sur la saison davantage l'été) puis de la rediffuser lorsqu'il fait plus froid (la nuit ou sur la saison en hiver)^{72,77,85}. Les systèmes de stockage emploient le plus souvent le stockage sensible. D'autres types de stockage (latents et chimiques) existent, mais ils ne sont pas encore commercialisés et leur emploi nécessiterait de gérer des matières résiduelles potentiellement polluantes^{16,77}. Les systèmes sensibles peuvent être passifs et se présenter sous forme de volumes d'eau (en bidon ou en poche proches du sol), de roches (intégrées dans un mur ou d'autres éléments de la serre) ou encore de maçonneries^{72,79}.

Des systèmes actifs de stockage existent aussi tels que des systèmes de stockage dans le sol ou dans des lits de roches (poche de roche placée sous les cultures). Le principe étant de faire circuler un fluide caloporteur dans le sol ou entre les roches^{77,85}. Ces systèmes sont actuellement déployés avec succès dans des serres de type monochapelle à Kuujuaq et à Radisson⁷⁶.

En cumulant les différentes méthodes de chauffage passif, de captation de la radiation et d'isolation, il est estimé qu'il serait possible de réduire jusqu'à 50% la consommation annuelle en chauffage au sud du Québec³³.

4.2.3 Sources alternatives de chauffage

L'ajout de chauffage est parfois nécessaire pour répondre au besoin des serres. Le chauffage représentant 65 à 85% des besoins en énergie dans la production serricole, le choix de la source d'énergie aura un impact majeur sur le bilan carbone de la production⁷². Les informations sur les serres du TNQ sont incomplètes, un tiers des systèmes de chauffage recensés¹² fonctionnent aux énergies fossiles (propane ou mazout). Les autres systèmes de chauffage sont électriques, à la biomasse ou géothermiques⁷⁶.

Plusieurs sources d'énergie renouvelable ou à faible empreinte carbone, alternative aux énergies fossiles, sont actuellement utilisées ou développées. La valorisation de rejets thermiques issus de l'industrie est une option particulièrement intéressante et déjà adoptée avec succès au TNQ. La seule serre fonctionnant à l'année est la serre commerciale de Chapais chauffée grâce à la vapeur de l'usine de cogénération⁷⁶. Le chauffage à la biomasse est une option intéressante lorsque les résidus de l'industrie forestière sont disponibles en abondance tel qu'au TNQ. Cette méthode éprouvée est d'ailleurs adoptée autant par des entreprises serricoles de petite et grande taille^{86,87}. Parmi les sources renouvelables, on compte le solaire thermique qui permet de chauffer de l'eau ou de l'air ensuite recirculé dans la serre⁸⁸. L'énergie éolienne pourrait être utilisée en contexte serricole, mais son couplage avec d'autres formes d'énergie serait nécessaire afin d'assurer une stabilité⁸⁸. L'électrification du chauffage est une alternative mise de l'avant et subventionnée par le gouvernement du Québec, permettant entre autres l'utilisation de technologies efficaces énergétiquement, telles que les thermopompes⁸⁹. Cela n'est toutefois pas une option pour une grande partie du TNQ où l'hydroélectricité n'est pas accessible⁹⁰. Les pompes à chaleur géothermique (PCG) utilisent la chaleur souterraine comme dissipateur de chaleur afin de chauffer ou refroidir l'air de la serre. Une évaluation technico-économique des PCG en contexte nordique a permis de conclure que bien que le coût initial d'installation soit élevé, le faible coût d'opération et d'entretien et la diminution des GES associés en feraient une technologie de choix pour ce contexte de production⁹¹. Une simulation utilisant des PCG pour le chauffage d'une serre à Kangiqsualujjuaq fait état d'une diminution de 40% de la consommation de mazout⁹². Plusieurs sources alternatives de chauffage sont donc disponibles, mais il est essentiel d'assurer un accompagnement technique et scientifique afin de valider l'opérationnalisation, l'efficacité énergétique et la durabilité de celles-ci.

4.3 Gestion de la luminosité

La vitesse de croissance d'une plante dépend largement de la quantité et de la qualité de lumière captée par celle-ci. La luminosité en contexte agronomique est souvent mesurée sous forme de rayonnement photosynthétiquement actif ou DLI (*daily light integral*), soit la quantité de rayonnement reçu en moles de photons par unité de surface par jour (moles/m² /jour), pour les longueurs d'onde de 400 à 700 nm⁹³. Un DLI de 8 mol/m²/jour est parfois considéré comme le seuil minimal de croissance pour certaines espèces légumières de type verdurette comme l'épinard et la laitue⁹⁴. À l'opposé, une luminosité de 24 heures peut nuire ou favoriser la croissance de certaines cultures, les réponses étant variables selon l'espèce et la qualité de la lumière fournie^{95,96}. Toutefois, la littérature actuelle se base sur des essais réalisés en contexte d'éclairage artificiel, ce qui limite la transférabilité des résultats au contexte nordique. L'ajout d'éclairage artificiel pendant les périodes de faible luminosité et d'ombrières pendant les mois d'été permettrait d'optimiser la quantité de lumière reçue par les cultures.

5. Régie de culture serricole en condition nordique

5.1 Sol et substrat de culture

5.1.1 Conditions pédologiques

Peu de sols du TNQ ont été caractérisés d'un point de vue agronomique. Les sols nordiques se classent habituellement parmi les podzol, rétisol, cambisol, histosol, cryosol et andosol, avec une majorité de podzol⁹⁷. Sur la Côte-Nord, pour les zones caractérisées, on observe une dominance de podzol humo-ferrique avec présence de mesisol et humisol (sol organique) en bordure du fleuve⁹⁸. Les podzols sont une classe pédologique avec une faible fertilité naturelle, un pH acide, une faible teneur en phosphore ainsi qu'une granulométrie sableuse limitant la capacité de rétention en eau et en nutriments⁹⁹. Les cryosols turbiques, classe présente entre autres dans le village de Kuujuaq, est un type de sol minéral contenant du pergélisol dans les deux premiers mètres à la surface et dont la structure a été remaniée par l'action du gel et du dégel¹⁰⁰. La culture sur les sols avec des sections discontinues de permafrost est possible et déjà en cours, entre autres en Alaska¹⁰¹. Toutefois, une attention particulière doit être portée lors de la mise en culture de ces terres, car celles-ci sont très vulnérables à l'affaissement à la suite du dégel et de l'assèchement⁶⁶.

5.1.2 Amendements des sols natifs et production de substrat de culture

Lorsque possible, il est préférable d'utiliser du sol local plutôt que d'importer un substrat de culture, afin de limiter les coûts économiques et environnementaux associés au projet serricole⁹⁹. Les sols à faible potentiel horticole nécessiteront toutefois plusieurs interventions et ajouts d'amendements afin d'en modifier les propriétés chimiques, physiques et biologiques et ainsi d'améliorer le potentiel agronomique des sols⁹⁹. Dans le cas des podzols, l'acidité, la capacité d'échange cationique ainsi que la teneur en matière organique font partie des paramètres chimiques à améliorer, et la capacité de rétention en eau est un exemple de paramètre physique à prendre en compte. Concernant les paramètres biologiques, l'activité microbienne totale, la biomasse microbienne ainsi que la diversité taxonomique et fonctionnelle font partie des indicateurs généralement utilisés pour la caractérisation du profil microbiologique¹⁰². Certains chercheurs mentionnent que les nématodes, éléments clés de la chaîne trophique du sol, seraient un indicateur de choix afin de mesurer l'évolution du potentiel agronomique des sols nordiques¹⁰³.

L'adoption d'un mode de culture hors-sol est une alternative intéressante particulièrement dans les régions avec cryosol. La culture en bac avec substrat organique est un mode de production actuellement adopté par plusieurs initiatives agricoles nordiques, souhaitant mettre en place des pratiques s'approchant des normes associées à l'agriculture biologique⁶. La grande majorité des substrats utilisés sont toutefois importés, ce qui ajoute au coût écologique et économique des projets. Très peu d'études se sont intéressées à la fabrication de substrat à base de matières locales en milieu nordique¹⁰⁴. La production durable de substrat de culture implique que le choix des matériaux le composant soit dicté par l'inventaire des ressources naturelles organiques et inorganiques, ainsi que des matières résiduelles issues des industries à proximité et la disponibilité des infrastructures et machineries à proximité¹⁰⁵. Les substrats organiques de culture sont

actuellement dominés par la tourbe, un intrant abordable, performant et disponible en région nordique, mais non renouvelable et dont l'empreinte écologique est élevée en raison des impacts sur la biodiversité et les émissions de GES¹⁰⁶.

Plusieurs intrants disponibles localement offrent un potentiel intéressant autant comme amendement pour les sols natifs ou comme ingrédient dans la composition d'un substrat de culture. L'utilisation de dérivés du bois (ex. écorce, fibre, cendre, biochar), de fumier, de boues industrielles ou municipales, de déchets de l'industrie des pêches, de résidus agroalimentaires et de biomasse de plantes indigènes sont en effet des alternatives intéressantes à explorer comme substituts à la tourbe^{105,107}. Il est aussi essentiel de sélectionner des méthodes de conditionnement des intrants limitant le coût énergétique et écologique et dont la technologie associée est adaptée aux besoins et aux capacités des utilisateurs. L'utilisation d'intrants non transformés ou n'ayant subi qu'une transformation simple comme le broyage, ou secondaire, comme le compostage, constituent des options à privilégier, car peu coûteuses et faciles à implanter en région éloignée¹⁰⁵. Lorsque l'importation de matériaux est nécessaire, il est important de privilégier des matériaux renouvelables et compressibles afin de limiter le coût économique et environnemental associé.

Ci-dessous, nous décrivons quelques exemples de ressources brutes ou conditionnées identifiées dans la littérature et offrant un potentiel intéressant en contexte serricole nordique.

Les résidus issus de l'industrie forestière et des pâtes et papiers sont une des principales ressources disponibles dans le TNQ. Une étude de 2020 sur la Côte-Nord a évalué la disponibilité théorique des biomasses issues des secteurs forestier (882 kt/an), agricole (64kt/an) et des matières résiduelles (37kt/an) pour produire de la bioénergie. Dans le Nord-du-Québec il s'agirait plutôt de 976 kt/an pour le secteur forestier, 35 kt/an pour le secteur agricole et 37 kt/an pour les matières résiduelles¹⁰⁸. Le broyat de branche ou le brin de scie ont un rapport carbone sur azote élevé ce qui limite leur vitesse de décomposition et peut mener à une immobilisation de l'azote disponible pour les cultures lorsqu'incorporée au sol. Le compostage de bois raméal fragmenté (BRF) semblerait toutefois une option intéressante. Des essais en conditions nordiques (Opitciwan au 48° N) ont en effet permis de produire un substrat satisfaisant pour une culture de basilic, en compostant à l'aide de champignon saprophyte et de vers de terre un BRF d'aulne crispé (*Alnus viridis* subsp. *Crispa*). L'utilisation de champignons pour le conditionnement du matériel présente aussi l'avantage d'offrir une production secondaire alimentaire et/ou médicinale¹⁰⁹. Les cendres de bois sont un des principaux sous-produits de l'industrie des pâtes et papiers. Étant composées de 25% à 60% de carbonate de calcium, celles-ci sont généralement valorisées pour leur pouvoir alcalinisant¹¹⁰. Plusieurs études ont démontré les effets des boues de papetière sur plusieurs propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. L'utilisation de boues permet entre autres d'augmenter la matière organique du sol, de diminuer la masse volumique apparente, d'augmenter la stabilité des agrégats et la capacité de rétention en eau du sol, et ce dans plusieurs contextes et textures de sol¹¹¹. Une étude réalisée sur un sol nordique podzolique a démontré que les boues avaient un pouvoir alcalinisant en plus d'augmenter la biomasse et la respiration microbienne¹¹⁰.

Le biochar est un matériau issu de biomasses végétales transformées par pyrolyse, soit la carbonisation de résidus à haute température (400°C à 800°C) et en l'absence d'oxygène. Sa forte teneur en carbone (50% à

90%) ainsi que sa nature récalcitrante font du biochar un amendement de choix pour la séquestration du carbone¹¹², ce carbone pouvant persister dans des sols âgés de 400 ans à 1000 ans¹¹³. Le biochar peut aussi être utilisé pour alcaliniser le pH d'un sol, augmenter la capacité de rétention en eau et en nutriments, améliorer la porosité du sol, augmenter l'activité microbienne et par sa couleur noire, même contribuer à l'effet d'albédo et réchauffer les sols^{112,114,115}. Le taux et la fréquence d'application optimaux, le type de matériau primaire ainsi que la méthode de production pour les fonctions ciblées restent des questions auxquelles il faut répondre en conditions nordiques.

Les résidus issus de la pêche commerciale peuvent être utilisés comme amendement et comme ressource fertilisante. En 2020, 5 181 tonnes de produits ont été pêchées en eau marine en Haute et Moyenne-Côte-Nord et 5 260 tonnes en Basse-Côte-Nord, représentant 22% du total pêché dans la province pour cette année¹¹⁶. À notre connaissance, la disponibilité des résidus au TNQ en termes de volume et de répartition spatiale n'a pas été quantifiée. Les résidus de poisson sont riches en protéines et en lipides tandis que les résidus de fruits de mer sont composés de 20% à 40% de protéines, de 20% à 50% de carbonate de calcium et de 15% à 40% de chitine, une autre source d'azote organique pouvant être valorisée pour son apport fertilisant et biostimulant¹¹⁷. La digestion anaérobie, la fermentation, le compostage, la pyrolyse, l'hydrolyse enzymatique et le séchage font partie des méthodes qui ont été étudiées pour le traitement des sous-produits de la pêche¹¹⁷. La possible forte concentration en métaux lourds, en sel ainsi qu'en microplastiques nécessite un suivi et un traitement adéquat de ces résidus avant leur utilisation. Leur revalorisation sous forme d'amendement agricole représente un avantage environnemental pour le secteur de la pêche et le secteur agricole^{118,119}.

La valorisation des résidus alimentaires domestiques reste aussi une option intéressante, particulièrement pour les projets serricoles communautaires. Il y a présentement plusieurs projets de compostage dans les communautés nordiques. Toutefois, les conditions de base, telles que l'atteinte de températures hygiénisantes ($\geq 55^{\circ}\text{C}$), une teneur en eau de 40-60% et des conditions aérobiques par retournement régulier et l'ajout d'agent structurant assurant la circulation d'air¹²⁰ sont parfois difficiles à atteindre avec les systèmes de compostage actuels. Des initiatives gouvernementales ont permis la mise en place de compostières industrielles dans plusieurs communautés nordiques^{121,122}.

Un recensement plus détaillé géographiquement et plus diversifié en termes d'intrants répertoriés serait aussi nécessaire afin de mieux définir les ressources disponibles selon l'emplacement de l'initiative agricole et de ses besoins d'amendement. Des essais devraient être réalisés pour valoriser les matières premières locales disponibles et utiliser des intrants à faible empreinte carbone en développant des procédés de conditionnement nécessitant peu d'équipement et des infrastructures faciles à opérer pour les communautés. Ceci dans le but de développer des amendements et des substrats horticoles efficaces et durables en milieu nordique.

5.2 Régie de culture

5.2.1 Choix des cultures

La majorité des cultures habituellement produites en serre sur les entreprises maraîchères au sud du Québec sont actuellement cultivées en saison estivale sur le TNQ^{6,71}. Le choix des espèces cultivées doit se faire en fonction du contexte agropédoclimatique et culturel, du type d'infrastructure serricole, de la puissance de chauffage disponible, ainsi que du niveau de technicité et de la disponibilité des personnes impliquées dans la production, entre autres facteurs. Dans une volonté de mettre de l'avant la sobriété énergétique, la production en serre non chauffée ou minimalement chauffée en dehors de la saison estivale est une option intéressante, mais possible pour un nombre limité de cultures ne répondant pas toujours aux préférences des communautés⁸³. Certaines espèces soit les verduettes et particulièrement celles dites asiatiques de la famille des crucifères (ex.: mizuna, komatsuna, bok choy, etc.) sont adaptées pour ce mode de production¹²³. La production en serre pourrait assurer un approvisionnement local et à l'année de cultures indigènes vivaces tel le Qungulit (oseille des montagnes, *Oxyria digyna* (L.) Hill), une plante traditionnellement cueillie par les Inuits, qui est déjà cultivée en serre et conteneur notamment à Inukjuak et à Kuujuaq⁶.

Le développement de systèmes agroalimentaires nordiques ne peut se faire sans l'implication et la considération des communautés locales, afin de s'assurer que la production répond aux besoins, aux intérêts et aux goûts de la population ainsi que d'adresser les enjeux d'autonomie alimentaire de la région. Dans le reste du Canada, certaines initiatives ont été menées par les Premières Nations afin de définir les besoins et priorités du secteur agroalimentaire (ex : *Northern Agriculture Futures*, projet mené par la communauté Ka'a'gee Tu de Kakisa aux Territoires du Nord-Ouest)⁴³. Hormis la stratégie sur la sécurité alimentaire dans l'Inuit Nunangat¹²⁴, à notre connaissance, ce travail n'a pas été fait au Québec ou n'est pas accessible publiquement.

5.2.2 Choix des cultivars

Il existe très peu (sinon aucune) variétés légumières spécifiquement développées pour le contexte nordique du Canada⁴³. Le choix d'un cultivar adapté est toutefois un élément clé de la réussite d'une culture, permettant au producteur de gérer les maladies, plantes adventices et conditions climatiques propres à son contexte de production¹²⁵. C'est d'ailleurs pour cette raison que plusieurs essais variétaux et projets de sélection variétale à la ferme sont mis en place chaque année au sud du Canada et aux États-Unis^{126,127}. Telles que décrites précédemment, les conditions agropédoclimatiques uniques du TNQ nécessitent un effort spécifique de sélection variétale. Cela est aussi vrai pour la production serricole nordique, car bien que sous abris, le contexte de production reste unique en raison des conditions pédologiques, de luminosité et du type d'intrant utilisé. Plusieurs régions nordiques à travers le monde ont d'ailleurs développé leur propre programme de sélection génétique pour les cultures d'intérêt agricole^{128,129}.

5.2.3 Régie de fertilisation

Les propriétés physico-chimiques et microbiologiques des sols natifs affecteront la disponibilité des nutriments, particulièrement le phosphore et les formes minérales d'azote préférées par les plantes¹⁰⁷. Dans

le cas d'une production serricole biologique, la majorité de l'azote contenue dans les engrais sera sous forme organique, ainsi la nutrition des plantes dépendra de l'activité microbiologique d'ammonification et de nitrification¹³⁰. Une partie de l'azote minérale provient aussi de la décomposition de la matière organique¹³¹. Dans le cas des sols nordiques, avec une activité microbienne diminuée et une teneur en matière organique faible ou récalcitrante à la décomposition, il est probable que les grilles de recommandation en fertilisation communément utilisées au Québec ne soient pas adaptées^{132,133}. Il est donc nécessaire d'adapter celles-ci afin d'évaluer les apports externes en N-P-K et en éléments mineurs ainsi que la fréquence de fractionnement permettant de maximiser la productivité des cultures tout en limitant les pertes environnementales. Il y a aussi un besoin de développer des matières fertilisantes adaptées aux conditions nordiques¹³⁴.

5.2.4 Régie phytosanitaire

La production serricole nécessite un suivi serré des insectes et des ravageurs de culture et une capacité d'intervention rapide afin de limiter les dommages et d'assurer un niveau satisfaisant de production. La production serricole nordique est aux prises avec plusieurs des mêmes ravageurs et enjeux phytosanitaires que ceux observés au sud de la province, bien que cela ne soit que très peu documenté⁶. En effet, malgré la distance, les maladies, les insectes ravageurs et les mauvaises herbes peuvent arriver avec les aliments, des plants, intrants ou autres vecteurs. Le contexte éloigné de la production nordique rend toutefois le travail de gestion phytosanitaire beaucoup plus complexe. En effet, la production serricole écologique repose principalement sur la lutte biologique, soit l'introduction d'auxiliaire de lutte (prédateurs naturels des ravageurs) pour le contrôle des insectes nuisibles¹³⁵. L'approvisionnement en prédateurs vendus commercialement est particulièrement complexe en raison de la distance. La lutte biologique par conservation est une technique de protection des cultures consistant à encourager les auxiliaires de lutte déjà présents sur le territoire en assurant la protection de leur habitat. Cette méthode est aussi utilisée en production serricole¹³⁶. À notre connaissance, il n'existe pas de recensement des enjeux phytosanitaires observés dans les serres déjà en fonction en contexte nordique ni de recensement des auxiliaires de lutte naturels et de leur potentiel d'activité en contexte de production serricole nordique.

6. Transmettre et faire perdurer les connaissances

Décarboner les systèmes alimentaires nordiques nécessite le développement et la transmission de connaissances pour maîtriser les techniques et technologies et assurer une pérennité des projets.

6.1 Une offre de formation peu adaptée au TNQ

Pour certaines communautés nordiques ou autochtones, les connaissances en lien avec l'agriculture ont été perdues ou ne correspondent pas aux modes d'approvisionnements traditionnels^{15,43}. Le développement d'ateliers avec des classes du primaire et du secondaire est une composante de nombreux projets de serre du TNQ. Mises en place pour favoriser les saines habitudes de vie^{137,138}, ces initiatives visent également à développer les connaissances locales en jardinage et à susciter l'intérêt pour la culture d'aliments¹³⁹. Les recherches sur l'impact des programmes de jardinage en milieu scolaire sont encore limitées.

Plusieurs ressources sont disponibles en ligne. Cependant, il y a peu de contenu pédagogique adapté aux spécificités des contextes pédoclimatiques et socioculturels du TNQ. Accéder et mettre en pratique ces informations demeure un défi^{6,140}. Un transfert et une diffusion efficace des connaissances doivent être adaptés culturellement aux communautés¹⁴⁰ et s'inscrire dans une démarche de réconciliation^{15,141}. En communautés autochtones, les liens avec la langue et les savoirs autochtones sont à privilégier¹⁴², ainsi que l'utilisation de processus d'apprentissage traditionnel (expérimentation intuitive, observation, imitation)¹⁴⁰. De manière générale, plusieurs facteurs facilitent le transfert de connaissances dans les organismes communautaires : établir des liens avec l'expérience vécue, étaler dans le temps le processus pour créer un lien de confiance, mettre de l'avant les aspects concrets en adéquation avec les besoins et la présence d'un réseau social autour de l'apprenant¹⁴³.

6.2 Transmettre des connaissances pour assurer la pérennité des projets

La gestion d'une serre demande une expertise spécifique⁶. L'une des stratégies utilisées par plusieurs communautés est de faire venir des personnes de l'extérieur pour développer les projets de serre ou gérer la production³⁹. Bien qu'il n'y ait pas d'études sur l'impact de ces embauches externes sur le développement des capacités locales du TNQ, l'approche de développement rural réseauté soutient que les compétences doivent être générées localement, tout en étant enrichies par l'interaction avec des savoirs externes¹⁴⁴.

Actuellement sur le TNQ, des formations sommaires sont offertes par les fournisseurs lors de l'installation des serres. Des organisations offrent également un soutien agronomique et organisationnel à distance et des visites sur place^{36,145,146}. La durée de cet accompagnement dépend des financements obtenus, rendant difficile une collaboration à long terme.

Bien que la formation professionnelle à distance réduirait grandement les coûts de déplacement et les émissions de GES sur un espace aussi vaste que le TNQ, ce format n'est pas suffisant pour offrir une formation culturellement adaptée et transmettre les gestes techniques. Afin d'offrir une formation complète et stimulante, diverses approches sont encouragées tels que l'approche collaborative, les pratiques d'autochtonisation du contenu ainsi que l'approche du développement d'un pouvoir d'intégration socioprofessionnel¹⁴¹.

Sur la Côte-Nord, le centre d'enseignement aux adultes de Baie-Comeau en collaboration avec la Coopérative de solidarité Gaïa offre nouvellement une formation métier semi-spécialisé de Manœuvre en production horticole¹⁴⁷. De nouveaux modèles adaptés aux réalités nordiques émergent également comme la coopérative de solidarité Ikajurtigiit qui facilite la formation des apprentis charpentiers-menuisiers du Nunavik en leur permettant d'accumuler des heures pour recevoir leurs titres de compagnons¹⁴⁸.

7. Conclusion

La serriculture nordique offre un potentiel d'innovation afin de décarboner les systèmes alimentaires du TNQ. En effet, les serres peuvent jouer un rôle central dans les EERN en contribuant à plusieurs services de base que sont l'alimentation et la santé (saines habitudes de vies, santé mentale). Elles peuvent aussi être des lieux d'apprentissage et de sociabilisation sécuritaires, surtout si elles sont associées à des cuisines collectives.

Les besoins en chauffage et l'importation de sol et d'intrants sont les principaux impacts environnementaux des serres du TNQ. Des solutions sont à portée de main pour réduire ces impacts et concevoir des serres économes en énergie grâce à des systèmes de stockage, la production locale des intrants et du substrat de culture et cultiver sobrement grâce à des connaissances agronomiques adaptées aux contextes nordiques. Enfin, pour réduire les impacts environnementaux des serres sur le long terme, elles doivent demeurer productives.

La clef de la durabilité se trouve entre les mains des habitantes et les habitants des communautés nordiques. Les organismes communautaires étant les principaux porteurs de projets innovants, il est essentiel que les recherches et développements à venir se fassent sous leur direction aussi bien dans les communautés autochtones que non autochtones afin d'assurer un développement du Nord, pour le Nord et par le Nord qui respecte les droits à l'alimentation et à l'autodétermination.



Atelier de semis organisé par Solidarité alimentaire Mataagami (Cisa, 2023)

Références bibliographiques

1. Gouvernement du Québec. Territoire nordique québécois. Accessed July 31, 2024. <https://www.quebec.ca/gouvernement/portrait-quebec/territoire-nordique>
2. Lachance M. *La sécurité alimentaire dans le nord du Québec dans un contexte de relance du Plan Nord*. Mémoire de maîtrise. Université de Sherbrooke; 2017.
3. Bodirsky M, Johnson J. Decolonizing Diet: Healing by Reclaiming Traditional Indigenous Foodways. *cuizine*. 2008;1(1):0-0. doi:10.7202/019373ar
4. Loring PA, Gerlach SC. Searching for Progress on Food Security in the North American North: A Research Synthesis and Meta-analysis of the Peer-Reviewed Literature. *Arctic*. 2015;68(3):380-392.
5. Gouvernement du Québec. *Le Québec nordique, au coeur de notre avenir. Plan d'action nordique 2023-2028*; 2023. Accessed July 25, 2024. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-action-nordique>
6. Valls-Fox H, Roy A, Riel C, et al. *Laboratoire Nordique, Un Projet d'innovation Sociale et Technologique En Agroalimentaire: Fiches Pratiques et Résultats de Recherche*. Centre d'innovation sociale en agriculture, Cégep de Victoriaville; 2024. <https://www.cisainnovation.com/fr/publications/80/laboratoire-nordique-fiches-pratiques-et-resultats-de-recherche>
7. Roy A, Valls-Fox H, Paradis NT, Badji PO. *Évaluation Des Besoins de Communautés Du Nord-Du-Québec Sur Un Production Agricole Nordique*. Centre d'innovation sociale en agriculture du Cégep de Victoriaville, FaunENord et Centre d'entrepreneurship nordique; 2024. https://cegepvicto.sharepoint.com/:b:/s/cisa/ET53jH8loYlGo34LBIYWYwBS5a33Dbah7juYK6AvVKi_Q?e=5X51r0
8. Parent É. Food Is Power: agriculture, jardins et réconciliation avec les Cris de Chisasibi. *ciera*. 2021;(19):16-41. doi:10.7202/1077728ar
9. Natcher D, Ingram S, Solotki R, Burgess C, Kulshreshtha S, Vold L. Assessing the Constraints to the Adoption of Containerized Agriculture in Northern Canada. Published online 2021. Accessed July 22, 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2021.643366/full>
10. Société Makivvik. Serre-conteneur hydroponique à Kuujuaq permettant la culture de fruits et légumes au Nunavik. LP[®] - Makivvik. 2018. Accessed August 1, 2024. <https://www.makivvik.ca/fr/kuujuaq-hydroponic-container-growing-fresh-produce-in-nunavik/>
11. Staes-Lévesque CN, Thibeault I. Pirursiivik: l'eau, l'art et la communauté comme forces de développement. One Drop. 2021. Accessed August 1, 2024. <https://www.onedrop.org/fr/nouvelles/pirursiivik-leau-lart-et-la-communaute-comme-forces-de-developpement/>
12. Valls-Fox H, Lelievre M, Teillot M, Desrosiers M. *Recensement Des Serres Du Territoire Nordique Québécois*. Centre d'innovation sociale en agriculture, Cégep de Victoriaville; 2024. <https://www.cisainnovation.com/fr/publications/81/recensement-des-serres-du-territoire-nordique-quebecois>
13. Avar E. *Northern Greenhouses: An Alternative Local Food Provisioning Strategy for Nunavik*. Thèse de Doctorat. Université Laval; 2015.
14. Gaudreau C, Guillaumie L, Giard-Laliberté C, McClintock N, Dupéré S, Boiral O. Les serres communautaires au Québec: Un guide pour démystifier les investissements requis et les retombées. Published online 2023.

https://www.fsi.ulaval.ca/sites/default/files/documents/laurence-guillaumie/rapport_final_-_version_longue_numerique.pdf

15. Timler K, Sandy DW. Gardening in Ashes: The Possibilities and Limitations of Gardening to Support Indigenous Health and Well-Being in the Context of Wildfires and Colonialism. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(9):3273. doi:10.3390/ijerph17093273
16. Piché P. *Amélioration du comportement thermique d'une serre nordique communautaire*. Thèse de Doctorat. Université de Pau et des Pays de l'Adour; 2021.
17. Piché P, Maheux T. *Rapport de Construction d'un Système de Stockage Thermique de l'énergie (Lits de Roches) Dans La Serre de Radisson*; 2022.
18. CEN. Centre d'études nordiques. Station de recherche Whapmagoostui-Kuujuarapik. <https://cen.ulaval.ca/fr/infrastructures/reseau-qaujisarvik/whapmagoostui-kuujuarapik/>
19. CERRI. Chisasibi Eeyou Resource and Research Institute. Agricultural Research. <https://www.cerri.ca/agriculture-research>
20. Brouard F, Larivet S, Sakka O. Entrepreneuriat social et participation citoyenne. *Revue canadienne de recherche sur les OSBL et l'économie sociale*. 2010;1(1).
21. Guimond L, Plante J. Mise en place, développement et vitalité d'une coopérative de solidarité en milieu nordique : un exemple socialement innovant à Baie-Johan-Beetz (Minganie, Côte-Nord, Québec). *Journal of Rural and Community Development*. 2022;17(2). Accessed July 10, 2024. <https://journals.brandonu.ca/jrcd/article/view/2118>
22. Carson DA, Brouder P, de la Barre S. Communities and New Development Paths in the Sparsely Populated North. *The Journal of Rural and Community Development*. 2017;12(2/3):i-xi.
23. Fortin-Lefebvre E, Awashish K, Blanchet-Cohen N. Accompagnement à l'entrepreneuriat collectif des jeunes Autochtones : un récit d'expérience d'autochtonisation. *CJNSER*. 2023;14(S1). doi:10.29173/cjnser555
24. Seguin R, Lefsrud MG, Delormier T, Adamowski J, Fyles H. Interregional Differences in Agricultural Development across Circumpolar Canada. *ARCTIC*. 2022;75(1):38-54. doi:10.14430/arctic74717
25. Simard M. Le Nord québécois : un plan, trois régions, neuf défis. *rs*. 2017;58(2):263-295. doi:10.7202/1042164ar
26. Dana LP. Nunavik, Arctic Quebec: where cooperatives supplement entrepreneurship. *GBER*. 2010;12(1/2):42. doi:10.1504/GBER.2010.032317
27. Martin T. *De la banquise au congélateur: mondialisation et culture au Nunavik*. Les Presses de l'Université de Laval; 2003.
28. Malli A, Monteith H, Hiscock EC, et al. Impacts of colonization on Indigenous food systems in Canada and the United States: a scoping review. *BMC Public Health*. 2023;23(1):2105. doi:10.1186/s12889-023-16997-7
29. RRSSSN. Projets alimentaires locaux : financement et soutien. Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik. Accessed August 1, 2024. <https://nrhss.ca/en/nrbhss/public-health/prevention-and-health-promotion/local-food-projects/local-food-projects>
30. Fond pour la sécurité alimentaire. Conseil Cri de la santé et des services sociaux de la Baie James. January 24, 2024. Accessed August 1, 2024. <https://www.creehealth.org/food-security-fund>
31. Centre Régional de Santé et de Services Sociaux de la Baie James - CRSSS Baie James > Coordonnées. Accessed August 1, 2024. <https://www.crssbaiejames.gouv.qc.ca/1246/Coordonnees.html>

32. Lord D. Compagnonnage fructueux pour les Jardins du 53e Taïga à Radisson. *La Sentinelle*. <https://lasentinelle.ca/compagnonnage-fructueux-pour-les-jardins-du-53e-taiga-a-radisson/>. September 17, 2023. Accessed August 1, 2024.
33. Gailloux C, McClintock N, Van Neste SL, et al. *CommunoSerre: Enjeux Sociaux et Techniques Des Serres Communautaires Urbaines Dans Les Quartiers Défavorisés - Une Boîte à Outils Pour Praticien.Ne.s et Décideur.Se.s*. Institut national de la recherche scientifique; 2023. www.communoserre.info
34. Bagdonis JM, Hinrichs CC, Schafft KA. The emergence and framing of farm-to-school initiatives: civic engagement, health and local agriculture. *Agric Hum Values*. 2009;26(1):107-119. doi:10.1007/s10460-008-9173-6
35. Yung K, Neathway C. Community Champions for Safe, Sustainable, Traditional Food Systems. *Current Developments in Nutrition*. 2020;4:49-52. doi:10.1093/cdn/nzz119
36. Gaïa. Coopérative de solidarité Gaïa. Accessed August 1, 2024. <https://www.coopgaia.ca>
37. Spring A, Carter B, Blay-Palmer A. Climate change, community capitals, and food security: Building a more sustainable food system in a northern Canadian boreal community. 2018;5:111-141.
38. Seguin R, Lefsrud MG, Delormier T, Adamowski J. Assessing constraints to agricultural development in circumpolar Canada through an innovation systems lens. *Agricultural Systems*. 2021;194:103268. doi:10.1016/j.agsy.2021.103268
39. Valls-Fox H, Riel C. *Les Serres Communautaires Sont-Elles Une Solution Aux Enjeux de Santé et de Sécurité Alimentaire Des Communautés Nordiques et Autochtones ?*; 2022. <https://www.cisainnovation.com/fr/publications/38/les-serres-communautaires-sont-elles-une-solution-aux-enjeux-de-sante-et-de-securite-alimentaire-des-communautaires-nordiques-et-autochtones>
40. Chen A, Natcher D. Greening Canada's Arctic food system: Local food procurement strategies for combating food insecurity. *Canadian Food Studies*. 2019;6(1):140-154.
41. Lamalice A, Haillot D, Lamontagne MA, et al. Building food security in the Canadian Arctic through the development of sustainable community greenhouses and gardening. *Écoscience*. 2018;25(4):325-341. doi:<https://doi.org/10.1080/11956860.2018.1493260>
42. Courville JM. *Équipements Communautaires Liés à l'alimentation Au Nunavik: Réflexion Entourant Le Développement d'un Centre Communautaire d'alimentation Nunavikois*. mémoire de maîtrise. Université du Québec à Montréal; 2022.
43. Lemay MA, Radcliffe J, Bysouth D, Spring A. Northern Food Systems in Transition: The Role of the Emerging Agri-Food Industry in the Northwest Territories (Canada) Food System. *Front Sustain Food Syst*. 2021;5. doi:10.3389/fsufs.2021.661538
44. *Guide pour l'élaboration d'un plan de développement d'une communauté nourricière*. Direction des communications [du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation]; 2022.
45. Deranger ET, Sinclair R, Gray B, McGregor D, Gobby J. Decolonizing Climate Research and Policy: making space to tell our own stories, in our own ways. *Community Development Journal*. 2022;57(1):52-73. doi:10.1093/cdj/bsab050
46. Da Silveira Y, Jacob E, Pellerin G, Paul V. Relation de confiance, un ancrage incontournable en contexte de recherche autochtone: témoignages de recrutement de participants atikamekws, inuit, anicinapek et innus en éducation. In: *Recrutement et Consentement à La Recherche: Réalités et Défis Éthiques*. Éditions de l'Université de Sherbrooke; 2018:146-160. doi:10.17118/11143/14113

47. Dimayuga P, Sur S, Choi A, Greenwood HL, Galloway T, Bilton AM. A review of collaborative research practices with Indigenous Peoples in engineering, energy, and infrastructure development in Canada. *Energ Sustain Soc.* 2023;13(1):3. doi:10.1186/s13705-023-00382-8
48. Wilson S. *Research is Ceremony: Indigenous Research Methods*. Fernwood Pub.; 2008.
49. Bartlett C, Marshall M, Marshall A. Two-Eyed Seeing and other lessons learned within a co-learning journey of bringing together indigenous and mainstream knowledges and ways of knowing. *J Environ Stud Sci.* 2012;2(4):331-340. doi:10.1007/s13412-012-0086-8
50. Ball J, Janyst P. Enacting Research Ethics in Partnerships with Indigenous Communities in Canada: "Do it in a Good Way." *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics.* 2008;3(2):33-51. doi:10.1525/jer.2008.3.2.33
51. Lucchesi GP, Rutkowski EW. Living Labs: Science, Society, and Co-creation. In: Leal Filho W, Azul AM, Brandli L, Lange Salvia A, Wall T, eds. *Industry, Innovation and Infrastructure*. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer International Publishing; 2021:706-715. doi:10.1007/978-3-319-95873-6_74
52. McPhee C, Bancarz M, Mambrini-Doudet M, Chrétien F, Huyghe C, Gracia-Garza J. The Defining Characteristics of Agroecosystem Living Labs. *Sustainability.* 2021;13(4):1718. doi:10.3390/su13041718
53. Gamache G, Anglade J, Feche R, Barataud F, Mignolet C, Coquil X. Can living labs offer a pathway to support local agri-food sustainability transitions? *Environmental Innovation and Societal Transitions.* 2020;37:93-107. doi:10.1016/j.eist.2020.08.002
54. Harwood S, Wensing E, Ensign PC. Place-based planning in remote regions: Cape York Peninsula, Australia and Nunavut, Canada. In: Taylor A, Carson DB, Ensign PC, Huskey L, Rasmussen RO, Saxinger G, eds. *Settlements at the Edge*. Edward Elgar Publishing; 2016. doi:10.4337/9781784711962.00013
55. Vodden K, Gibson R, Baldacchino G, eds. *Place Peripheral: Place-Based Development in Rural, Island, and Remote Regions*. ISER, Institute of Social and Economic Research; 2015.
56. Halseth G, Markey SP, Manson D, Ryser L. *Doing Community-Based Research: Perspectives from the Field*. McGill-Queen's University Press; 2016.
57. Horn-Miller kahente. À quoi ressemble la démocratie participative autochtone? L'exemple du processus décisionnel communautaire de Kahnawà:ke. *Les Cahiers du CIÉRA.* 2022;(21):15-32.
58. Bussières V, Chênevert M, Lafontaine G, Morin-Ouellet MC. *Portrait Du Système Alimentaire de La Côte-Nord*; 2021. Accessed July 2, 2024. https://www.cisss-cotenord.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/cisss-cotenord/Sante_publique/Alimentation/Portrait_du_sys._alim._Cote-Nord.pdf
59. Lamalice A. Géographie du système alimentaire des Inuit du Nunavik: du territoire nourricier au supermarché. Published online 2020.
60. Desjardins F, Tremblay PA. S'alimenter malgré le froid, la distance et le reste : l'émergence de stratégies favorables à la résilience alimentaire en Jam sie (nord du Québec). *Revue Organisations & territoires.* 2021;30(3):89-100. doi:10.1522/revueot.v30n3.1383
61. Desjardins F, Tremblay PA. *S'alimenter En Temps de Pandémie En Jam sie.  tude Sur La Sécurité Alimentaire En Temps de Pandémie En Jam sie*. Réseau jam sien de développement social; 2022.
62. Gouvernement du Canada. Ressources naturelles Canada. L'Atlas du Canada. Base de données sur l'énergie dans les collectivités éloignées. 2018. Accessed July 24, 2024. <https://atlas.gc.ca/rced-bdece/fr/index.html>

63. Chaudron C, Martineau G, Chayer JA. *Bilan Environnemental de La Production de Légumes de Serre Du Québec*. Groupe Agéco; 2021. Accessed July 24, 2024. <https://www.serres.quebec/bilan-environnemental-de-la-production-de-legumes-de-serre-du-quebec-rapport-final-septembre-2021/>
64. Environnement Canada. Données climatiques historiques. Gouvernement du Canada. 2023. Accessed July 25, 2024. https://climat.meteo.gc.ca/climate_data/
65. Gouvernement du Canada. Nombre moyen d'heures d'ensoleillement durant les mois d'été, température. 2022. Accessed July 24, 2024. <https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/8330bd13-eae3-5af5-87f5-dcaffad0fde7>
66. Jones MKW, Schwoerer T, Gannon GM, et al. Climate-driven expansion of northern agriculture must consider permafrost. *Nature Climate Change*. 2022;12:699-703.
67. King M, Altdorff D, Li P, Galagedara L, Holden J, Unc A. Northward shift of the agricultural climate zone under 21st-century global climate change. *Sci Rep*. 2018;8(1):7904. doi:10.1038/s41598-018-26321-8
68. Becerril H, De los Rios I. Energy Efficiency Strategies for Ecological Greenhouses: Experiences from Murcia (Spain). Published online 2016.
69. Sethi VP, Sharma SK. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy*. 2008;82(9):832-859. doi:10.1016/j.solener.2008.02.010
70. Chen J, Ma Y, Pang Z. A mathematical model of global solar radiation to select the optimal shape and orientation of the greenhouses in southern China. *Solar Energy*. 2020;205:380-389. doi:10.1016/j.solener.2020.05.055
71. Guimont S, Villeneuve C, Martin Y, Leblanc J, Le Mat A, Taillon PA. *Guide de production: Poivron et tomate biologiques sous abris*; 2020. Accessed August 1, 2024. <https://www.craaq.qc.ca/>
72. Ahamed MS, Guo H, Tanino K. Energy saving techniques for reducing the heating cost of conventional greenhouses. *Biosystems Engineering*. 2019;178:9-33. doi:10.1016/j.biosystemseng.2018.10.017
73. Ahamed MS, Guo H, Tanino K. Energy-efficient design of greenhouse for Canadian Prairies using a heating simulation model. *International Journal of Energy Research*. 2018;42(6):2263-2272.
74. Badji A, Benseddik A, Bensaha H, Boukhelifa A, Hasrane I. Design, technology, and management of greenhouse: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2022;373:133753. doi:10.1016/j.jclepro.2022.133753
75. Ponce P, Molina A, Cepeda P, Lugo E, MacCleery B. *Greenhouse Design and Control*. CRC Press; 2015. doi:10.1201/b17391
76. Polar Harvest. Cartographie interactive des serres nordiques. Accessed August 1, 2024. <https://www.polarharvest.com/cartographie-interactive/>
77. Sethi VP. On the selection of shape and orientation of a greenhouse: Thermal modeling and experimental validation. *Solar Energy*. 2009;83(1):21-38. doi:10.1016/j.solener.2008.05.018
78. Claudino P. *Experimental and Modelling Study of a Geodesic Dome Solar Greenhouse System in Ottawa*. Carleton University; 2016.
79. Tiwari G. *Greenhouse Technology for Controlled Environment*; 2005.
80. Cao K, Xu H, Zhang R, et al. Renewable and sustainable strategies for improving the thermal environment of Chinese solar greenhouses. *Energy and Buildings*. 2019;202(109414). Accessed July 24, 2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778819327082?via%3Dihub>

81. Tong G, Christopher DM, Li T, Wang T. Passive solar energy utilization: A review of cross-section building parameter selection for Chinese solar greenhouses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013;26:540-548. doi:10.1016/j.rser.2013.06.026
82. Castilla N. *Greenhouse Technology and Management, 2nd Edition.*; 2013. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781780641034.0000>
83. Fortier JM, Sylvestre C. *Le Maraichage Nordique - Découvrir La Culture Hivernale Des Légumes.*; 2021. <https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/le-maraichage-nordique-decouvrir-la-culture-hivernale-de-legumes/p/PAUT0283>
84. Giard-Laliberté C, Le Mat A. *Culture de Climat Frais Sous Abris: Types d'abris, Gestion Climatique et Aspects Économiques*. CETAB+; 2022:43 p. <https://cetab.bio/publication/culture-de-climat-frais-sous-abris-type-dabris-gestion-climatique-et-aspects-economiques/>
85. Cuce E, Harjunowibowo D, Cuce PM. Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;64:34-59.
86. Lavoie E. Chauffage des serres à la biomasse, comment ça fonctionne? In: *Journée INPACQ 2020.* ; 2020. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2020/Chauffage_de_serres_a_la_biomasse.pdf
87. Béland E, St-Laurent A. *Le Chauffage à La Biomasse Forestière, Outil de Transition Énergétique*. Nature Québec; 2021. <https://www.agrireseau.net/energie/documents/104079/le-chauffage-a-la-biomasse-forestiere-outil-de-transistion-energetique>
88. Vourdoubas J. Possibilities of Using Renewable Energy Sources for Covering all the Energy Needs of Agricultural Greenhouses. *Journal of agriculture and life science*. 2015;2(1). https://jalsnet.com/journals/Vol_2_No_1_June_2015/14.pdf
89. Gouvernement du Québec. Producteurs serrioles: programme Écoperformance. 2024. Accessed July 30, 2024. <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/affaires/programmes/ecoperformance/implantation-simplifiee/producteurs-serrioles>
90. Hydro Québec. *Les Installations Électriques d'Hydro-Québec et l'aménagement Du Territoire.*; 2019. <https://www.hydroquebec.com/data/administrations-municipales/pdf/20190326-installations-amenagement-territoire.pdf>
91. Kinney C, Dehghani-Sanij A, Mahbaz S, Dusseault MB, Nathwani JS, Fraser RA. Geothermal Energy for Sustainable Food Production in Canada's Remote Northern Communities. *Energies*. 2019;12(21):4058. doi:10.3390/en12214058
92. Belzile P, Comeau FA, Raymond J, Lamarche L, Carreau M. Arctic Climate Horizontal Ground-Coupled Heat Pump. Published online October 31, 2017. <https://espace.inrs.ca/id/eprint/7718/>
93. Moe R, Grimstad SO, Gislerod HR. The Use of Artificial Light in Year Round Production of Greenhouse Crops in Norway. 2006;711(1952):32-42. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.711.2>
94. Glenn EP, Cardran P, Thompson TL. Seasonal effects of shading on growth of greenhouse lettuce and spinach. *Scientia Horticulturae*. 1984;24(1984):231-239. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90106-7](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90106-7)
95. Warner R, Wu BS, MacPherson S, Lefsrud M. How the Distribution of Photon Delivery Impacts Crops in Indoor Plant Environments: A Review. *Sustainability*. 2023;15(5). doi:10.3390/su15054645

96. Proietti S, Moscatello S, Riccio F, Downey P, Battistelli A. Continuous Lighting Promotes Plant Growth, Light Conversion Efficiency, and Nutritional Quality of *Eruca vesicaria* (L.) Cav. in Controlled Environment With Minor Effects Due to Light Quality. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12. doi:10.3389/fpls.2021.730119
97. Unc A, Altdorff D, Abakumov E, et al. Expansion of Agriculture in Northern Cold-Climate Regions: A Cross-Sectoral Perspective on Opportunities and Challenges. *Front Sustain Food Syst*. 2021;5. doi:10.3389/fsufs.2021.663448
98. Gouvernement du Canada. Pédo-paysages du Canada (PPC), v. 2.2/v. 3.1. 2023. Accessed July 24, 2024. <https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/51e7677b-a8d0-4dc2-ad50-6b5e82cdeef6>
99. Tingskou R, Unc A. Impact of fertilizer source on the dynamics of carbon and nutrients in a podzol designated for land-use conversion. *Soil Use and Management*. 2023;39(4):1491-1503. doi:<https://doi.org/10.1111/sum.12906>
100. Gouvernement du Canada. Cryosol turbic. Le système Canadien de Classification des sols. 2013. Accessed July 25, 2024. <https://sis.agr.gc.ca/siscan/taxa/cssc3/CY/TC/index.html>
101. Fresco N, Bennett A, Bieniek P, Rosner C. Climate Change, Farming, and Gardening in Alaska: Cultivating Opportunities. *Sustainability*. 2021;13(22):12713. doi:<https://doi.org/10.3390/su132212713>
102. Fierer N, Wood SA, Buero de Mesquita CP. How microbes can, and cannot, be used to assess soil health. *Soil biology and biochemistry*. 2021;153. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.108111>
103. Young EH, Unc A. A review of nematodes as biological indicators of sustainable functioning for northern soils undergoing land-use conversion. *Applied soil ecology*. 2023;183:104762. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104762>
104. Unc A, Kedir A. *Sustainable Production of Engineered Soils from Local Materials: A Formulation, Evaluation, and Repurposing of Engineered Soils*. Memorial University; 2022:17. https://www.mun.ca/harriscentre/media/production/memorial/administrative/the-harris-centre/media-library/funding/arf/Engineered%20soil%20and%20vermcomposting%20Project_MMSB%20report2022%20UNC.pdf
105. Barrett GE, Alexander PD, Bragg NC. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review. *Scientia Horticulturae*. 2016;212. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.030>
106. Gruda NS. Increasing Sustainability of Growing Media Constituents and Stand-Alone Substrates in Soilless Culture Systems. *Agronomy*. 2019;9(6):298. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>
107. Stevenson KT, Rader HB, Alessa L, et al. Sustainable Agriculture for Alaska and the Circumpolar North: Part III . Meeting the Challenges of High-Latitude Farming. *ARCTIC*. 2014;67(3):320-339. doi:ht tp: // dx.doi.worg /10.14430 /arctic4410
108. WSP Canada Inc. *Inventaire de La Biomasse Disponible Pour Produire de La Bioénergie et Portrait de La Production de La Bioénergie Sur Le Territoire Québécois*.; 2021. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/economie/publications-adm/rapport/ED-inventaire-biomasse-bioenergies-WSP-2021-MEIE.pdf>
109. Biopterre. *Rapport Final: La Contribution Du Bois Raméal d'aulne Crispé à La Fertilité Des Jardins - Son Potentiel de Transformation En Terreau Par Le Compostage*.; 2023.
110. Medaiyese AO, Wu J, Unc A. Utility of wood ash, paper sludge and biochar for the mitigation of greenhouse gases emissions from acid boreal soils. *Journal of Environmental Management*. 2023;330:117202. doi:10.1016/j.jenvman.2022.117202
111. Camberato JJ, Gagnon B, Angers DA, Chantigny MH, Pan WL. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. *Can J Soil Sci*. 2006;86(4):641-653. doi:10.4141/S05-120
112. Allaire S, Lange S. Le biochar dans les milieux poreux: une solution miracle en environnement? *Vecteur Environnement*. Published online 2013:58-67.
113. Li S, Tasnady D. Biochar for Soil Carbon Sequestration: Current Knowledge, Mechanisms, and Future Perspectives. 2023;9(3). doi:<https://doi.org/10.3390/c9030067>

114. Abedin J, Unc A. The rate dependent efficacy of biochar for crop yield and nutrition on Podzols newly converted from boreal forests. *Field Crops Research*. Published online 2023. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109121>
115. Xie T, Sadasivam BY, Reddy KR, Wang C, Spokas K. Review of the Effects of Biochar Amendment on Soil Properties and Carbon Sequestration. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*. 2015;20(1). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HZ.2153-5515.0000293](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000293)
116. Gouvernement du Québec. *Pêches et Aquacultures Commerciales Au Québec En Un Coup d'oeil*; 2020. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/CoupOeilpeche.pdf>
117. Zhang J, Akyol Ç, Meers E. Nutrient recovery and recycling from fishery waste and by-products. *Journal of Environmental Management*. 2023;348:119266. doi:10.1016/j.jenvman.2023.119266
118. Lopez C, Antelo L, Franco-Uria A, Alonzo A, Perez-Martin R. Valorisation of fish by-products against waste management treatments – Comparison of environmental impacts. *Waste management*. Published online 2015. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.017>
119. Coppola D, Lauritano C, Esposito FP, Riccio G, Rizzo C, de Pascale D. Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Mar Drugs*. 2021;19(2). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7923225/>
120. Potvin D, Corbeil MM, St-Gelais J. *Portrait Du Compostage de Résidus Végétaux à La Ferme*. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement; 2024. Accessed August 2, 2024. https://irda.blob.core.windows.net/media/8956/irda_fichesyntese_compostageproductionmaraichere_2024.pdf
121. Recyc-Québec. Programme Aide au compostage domestique et communautaire (ACDC). RECYC-QUÉBEC. Accessed August 2, 2024. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/aide-financiere/acdc>
122. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage - Liste des projets du volet 2. Accessed August 2, 2024. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/biomethanisation/liste-projets-volet-2.htm#cote-nord>
123. Giard Laliberté C. *Culture de Climat Frais Sous Abri de Légumes Asiatiques: Brocoli Chinois, Céleri Chinois, Komatsuna, Mitsuba, Mizuna et Tatsoï*. CETAB+; 2023. <https://cetab.bio/publication/legumes-asiatiques-brocoli-chinois-celeri-chinois-komatsuna-mitsuba-mizuna-et-tatsoi/>
124. Inuit Tapiriit Kanatami. *Stratégie Sur La Sécurité Alimentaire Dans l'Inuit Nunangat*. Accessed August 5, 2024. <https://www.itk.ca/projects/inuit-nunangat-food-security-strategy/>
125. Organic seed alliance. *The Grower's Guide to Conducting on-Farm Variety Trials*; 2018. <https://seedalliance.org/publications/growers-guide-conducting-farm-variety-trials/>
126. Cornell University. Cornell Field Crop Variety Trials. 2024. Accessed July 31, 2024. <https://blogs.cornell.edu/varietytrials/>
127. Ontario crop research center. Cultivar Trial and Research Reports. Guelph University. 2023. <https://bradford-crops.uoguelph.ca/publications/cultivar-trial-and-research-reports>
128. Nilsson A, von Bothmer R. *Measures to Promote Nordic Plant Breeding*; 2014. doi:10.6027/TN2010-518
129. University of Alaska Fairbanks. Alaska variety trials. 2021. Accessed July 31, 2024. <https://www.uaf.edu/afes/research/variety-trials/>
130. Robertson GP, Groffman PM. Nitrogen transformations. *Soil microbiology, biochemistry and ecology*. 2007;3:341-364. doi:10.1016/B978-0-08-047514-1.50017-2
131. Grandy AS, Daly AB, Bowles T, et al. The nitrogen gap in soil health concepts and fertility measurements. *Soil biology and biochemistry*. 2022;175. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108856>
132. Parent LÉ, Gagné G. *Guide de Référence En Fertilisation*. 2e édition actualisée. CRAAQ; 2013.
133. MAPAQ. Grilles de référence en fertilisation. Gouvernement du Québec. 2023. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Agroenvironnement/fertilisants/Pages/grilles-reference.aspx>
134. Butler L, Altdorff D, Young E, et al. *Organic Waste in Newfoundland and Labrador: A Review of Available Agriculture, Fishery, Forestry and Municipal Waste Literature*. Memorial University of Newfoundland; 2017.

Accessed July 24, 2024. https://www.mun.ca/harriscentre/media/production/memorial/administrative/the-harris-centre/media-library/reports/UNC_WASTE_15-16.pdf

135. Parrella M, Lewis E. Biological Control in Greenhouse and Nursery Production: Present Status and Future Directions. *American entomologist*. 2017;63(4):237-250. doi:<https://doi.org/10.1093/ae/tmx010>
136. Messelink GJ, Bennison J, Alomar O, et al. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *Biocontrol*. 2014;59:377-393. doi:DOI 10.1007/s10526-014-9579-6
137. Hanbazaza MA, Triador L, Ball GDC, et al. The Impact of School Gardening on Cree Children's Knowledge and Attitudes toward Vegetables and Fruit. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*. 2015;76(3):133-139. doi:10.3148/cjdpr-2015-007
138. Fulford S, Thompson S. Youth Community Gardening Programming as Community Development: The Youth for EcoAction Program in Winnipeg, Canada. *Canadian Journal of Nonprofit and Social Economy Research*. 2013;4(2). doi:10.22230/cjnser.2013v4n2a145
139. Lautenschlager L, Smith C. Understanding gardening and dietary habits among youth garden program participants using the Theory of Planned Behavior. *Appetite*. 2007;49(1):122-130. doi:10.1016/j.appet.2007.01.002
140. Conseil en Éducation des Premières Nations. Mikinak Guide de sensibilisation. Published online 2019.
141. Lavoie C, Blanchet-Cohen N, Bacon M. Vers l'autochtonisation: pratiques éducatives inspirantes à l'ère de la réconciliation. Volume 49, numéro 1, printemps 2021 – Éducation et francophonie. 2021;49. Accessed July 31, 2024. <https://www.erudit.org/fr/revues/ef/2021-v49-n1-ef06013/>
142. Campeau D. Pédagogie autochtone et pédagogie du lieu: proposition d'un modèle d'enseignement autochtonisé. *ef*. 2021;49(1):52-70. doi:10.7202/1077001ar
143. Duperré M. *Innovations Sociales Dans Les Organismes Communautaires: Facteurs Intervenant Dans Le Processus de Transfert Des Connaissances*. Centre de recherche sur les innovations sociales (CRISES); 2006.
144. Lowe P, Phillipson J, Proctor A, Gkartzios M. Expertise in rural development: A conceptual and empirical analysis. *World Development*. 2019;116:28-37. doi:10.1016/j.worlddev.2018.12.005
145. CISA. Centre d'Innovation Sociale en Agriculture. Cégep de Victoriaville. <https://www.cisainnovation.com/fr>
146. CETAB+. Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité. Cégep de Victoriaville. Accessed August 1, 2024. <https://cetab.bio/>
147. Gouvernement du Québec. Répertoire des métiers semi-spécialisés - Manoeuvre en production horticole. 2024. <http://www1.education.gouv.qc.ca/sections/metiers/index.asp?page=fiche&id=433>
148. Lebel F. Former en construction au Nunavik pour briser la dépendance à la main-d'oeuvre du Sud. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1961207/formation-construction-nunavik-ccq-inuit#:~:text=La%20coop%C3%A9rative%20de%20solidarit%C3%A9%20kajurtigiit,entreprises%20du%20sud%20du%20Qu%C3%A9bec>. March 7, 2023.

Comment citer ce rapport

Valls Fox, Hugo, Sam Chauvette, Audrey Roy, Charlotte Giard-Laliberté, Mégane Lelier, Marie Teillot, Éloïse Gagnon, Catherine Riel, Didier Haillot, Nalitha Paradis, Mélodie Desrosiers, 2024. « Les serres nordiques : état des connaissances perspectives d'innovation pour décarboner les systèmes alimentaires nordiques ». Rapport Final. Centre d'innovation sociale en agriculture, Cégep de Victoriaville.