

**La cohérence paysagère des systèmes agroforestiers
intercalaires en contexte d'intensification et de
déprise agricole au Québec : analyse prospective à
travers les cas des MRC de Charlevoix-Est et des
Maskoutains**

Thèse

Geneviève Laroche

Sous la direction de :

Alain Olivier, directeur de recherche
Gérald Domon, codirecteur de recherche

Résumé

Les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) se caractérisent par l'intégration d'espèces ligneuses disposées en rangées largement espacées dans les champs cultivés. Dans un contexte où les paysages agricoles, qu'ils soient marqués par l'intensification des pratiques agricoles ou un abandon plus ou moins marqué de l'agriculture, sont en quête de durabilité, les SAI sont proposés comme des systèmes écologiques et productifs ayant le potentiel de répondre aux enjeux vécus à l'échelle des fermes et des paysages. Afin d'optimiser la participation des SAI à la construction de paysages durables, il est nécessaire d'acquérir une vision intégrée de leur cohérence paysagère, c'est-à-dire de leur arrimage avec les dimensions écologiques et sociales des paysages, ainsi que de développer des outils pouvant guider leur aménagement dans une perspective paysagère. Or, la cohérence potentielle des SAI avec les dimensions sociales des paysages reste encore peu documentée, et les outils permettant d'envisager l'intégration et l'aménagement des SAI dans une perspective paysagère rares et peu adaptés au contexte québécois. En se basant sur un cadre conceptuel associant les approches dialectiques du paysage aux systèmes socio-écologiques, la thèse a évalué, *ex-ante*, certains aspects de la dimension sociale de la cohérence paysagère des SAI dans deux contextes paysagers fortement contrastés : la municipalité régionale de comté (MRC) des Maskoutains, marquée par des paysages d'intensification agricole, et celle de Charlevoix-Est, marquée par la déprise agricole. Les perceptions de 40 professionnels (agriculteurs, conseillers agricoles et forestiers, aménagistes et élus) travaillant dans des territoires à l'étude furent scrutées à travers des entrevues semi-dirigées et des groupes de discussion. L'impact des SAI et de leur aménagement (espacement des rangées et diversité des espèces ligneuses) sur l'appréciation des paysages agricoles par les résidents fut sondé via un questionnaire en ligne. La dimension écologique de la cohérence paysagère des SAI fut analysée via une revue de littérature des services écosystémiques qu'ils peuvent potentiellement fournir, une analyse des enjeux vécus dans les paysages agricoles du Québec et des entrevues semi-dirigées réalisées avec quatre experts agroforestiers. Les dimensions sociale et écologique furent ensuite combinées pour créer deux outils d'aide à la décision multicritères pour guider le choix des sites d'implantation et des aménagements des SAI dans une perspective paysagère.

Les entrevues semi-dirigées et les groupes de discussion ont révélé que les facteurs influençant l'intégration des SAI dans les paysages variaient d'un milieu à l'autre. Dans les Maskoutains, les SAI s'arriment très bien aux enjeux écologiques prioritaires perçus par les acteurs et répondent même à certains enjeux esthétiques, mais leur rentabilité incertaine, l'inadéquation des politiques agricoles avec ces systèmes et les habitudes liées aux pratiques intensives limitent leur cohérence paysagère. Dans Charlevoix-Est, c'est l'intérêt esthétique des SAI et la nécessité de diversifier les revenus issus de l'agriculture qui sont apparus comme les éléments favorisant le plus l'implantation des SAI, alors que les prix du bois, très bas, sont apparus comme un élément limitant majeur. Les analyses multivariées et qualitatives des appréciations paysagères des résidents ont démontré que, peu importe la MRC ou le profil des répondants, les scénarios présentant des SAI et des paysages ordinaires étaient également appréciés, hormis pour la prairie qui s'avéra significativement plus appréciée que les SAI. Les répondants ont aussi exprimé des préférences régionales contrastées pour l'aménagement des SAI, démontré une certaine préférence pour des systèmes diversifiés et révélé que l'aspect linéaire des systèmes diminuait leur attrait. En somme, dans les Maskoutains, les SAI présentent, malgré leur pertinence écologique et les plus grandes possibilités offertes en matière de choix d'espèces ligneuses, une cohérence paysagère faible en raison de contraintes sociales relativement peu favorables à leur intégration. Le contexte de Charlevoix-Est, plus équilibré, est globalement plus propice à l'intégration des SAI, notamment à cause de facteurs sociaux plus favorables et malgré des possibilités plus restreintes en matière de diversité végétale. La thèse démontre ainsi l'importance d'une approche territorialisée et intégrant à la fois une analyse des dimensions écologiques et sociales pour choisir les sites d'implantation, les espèces et les types d'aménagement à prioriser afin d'optimiser la cohérence des SAI dans les paysages. Les résultats plaident globalement pour une diversification et une « délinéarisation » des modèles de SAI afin de mieux les arrimer aux conditions socio-écologiques des paysages, dans le respect de leurs dynamiques évolutives.

Abstract

Agroforestry intercropping systems (AIS) are characterized by the integration of woody species arranged in widely spaced rows in cultivated fields. In a context where agricultural landscapes, whether shaped by the intensification of agricultural practices or by a more or less important agricultural decline, are in search for sustainability, AIS are proposed as alternative, ecological and productive land-use systems that could tackle the challenges experienced both at the farm and landscape levels. Optimizing the contribution of AIS to landscape sustainability requires an integrated vision of their landscape coherence, understood as their match with the ecological and social dimensions of landscapes, as well as the use of tools aimed at guiding their design and implementation in a broad, landscape perspective. Up to now, the potential coherence of AIS with the social dimensions of landscapes remains poorly documented, and the tools enabling the choice of optimal AIS designs following a landscape perspective rare and not suited to Quebec's context. Using a conceptual framework linking landscape dialectic approaches to socio-ecological systems, the thesis assessed, *ex-ante*, some aspects of the social dimension of AIS landscape coherence in two highly contrasted agricultural landscape contexts: the regional county municipality (RCM) of Les Maskoutains, shaped by agricultural intensification landscapes, and the RCM of Charlevoix-Est, featuring agricultural decline. The perceptions of 40 professionals (farmers, farm and forestry advisors, landscape planners and local authorities) working within the studied territories were scrutinized through semi-directed interviews and focus groups. The impact of AIS and of their design features (row spacing and woody species diversity) on agricultural landscape appreciation by residents was surveyed using an online questionnaire. The ecological dimension of AIS landscape coherence was analysed through a literature review of the ecosystem services they may provide, an analysis of the challenges faced within agricultural landscapes in Québec and semi-directed interviews conducted with four agroforestry experts. The social and ecological dimensions were then combined and enabled the creation of two multicriteria decision-tools aimed at guiding the implementation sites and designs of AIS in a landscape perspective.

Semi-directed interviews and focus groups revealed that the factors influencing AIS integration within landscape vary between regions. In Les Maskoutains, AIS match the most crucial ecological issues perceived by stakeholders, and even some landscape aesthetic concerns, but their uncertain economic viability, the mismatch of public agricultural support to these systems and the habits linked to intensive agricultural practices limit their landscape coherence. In Charlevoix-Est, the AIS aesthetics and the necessity to diversify agricultural income appeared as the elements most facilitating AIS implementation, while very low wood prices appeared as a major constraint. Multivariate and qualitative analysis performed on the landscape appreciation declared by residents demonstrated that, regardless of the region or the profile of the respondents, AIS and ordinary agricultural landscapes were equally appreciated, excepted for the hay field which was significantly more appreciated than the other landscapes. Respondents also expressed contrasted regional preferences for AIS designs, demonstrated a slight preference for AIS featuring diversified woody species and revealed that the linear aspect of AIS was lowering their attractivity. Globally, in Les Maskoutains, AIS present, despite their high ecological relevance, a weak landscape coherence caused by a social context somehow not very favorable to their integration. The context in Charlevoix-Est, more balanced, is globally more suitable to AIS integration despite restrained possibilities in terms of woody perennial diversity. The thesis thus demonstrates the importance of a territorial approach integrating ecological and social dimensions to choose implementation sites, woody species and global AIS designs to optimize their landscape coherence. The results globally advocate for a diversification and a “delinearization” of AIS models to better match them to the socio-ecological conditions of landscape, with respect for their evolutive dynamics.

Table des matières

Résumé.....	ii
Abstract	iv
Table des matières	vi
Liste des tableaux	xiii
Liste des figures	xv
Liste des acronymes.....	xvii
Remerciements.....	xix
Avant-propos.....	xxii
Introduction	1
Chapitre 1 – Les systèmes agroforestiers intercalaires : une voie pour la durabilité des paysages agricoles?	4
1.1. Les paysages agricoles, entre arbres et cultures.....	5
<i>1.1.1. Survol du territoire agricole et forestier de l'écoumène québécois.....</i>	<i>5</i>
1.1.1.1. Le territoire de la zone agricole	5
1.1.1.2. Le territoire forestier privé	7
<i>1.1.2. L'évolution croisée des espaces agricoles et forestiers</i>	<i>9</i>
1.1.2.1. Entre complémentarité et sources de conflits	9
1.1.2.2. Des ruptures qui s'intensifient.....	12
1.1.2.3. Une place dictée par les trajectoires d'évolution des paysages agricoles.....	15
<i>1.1.3. Des systèmes et des paysages en quête de durabilité.....</i>	<i>19</i>
1.1.3.1. Des enjeux multiples et interreliés.....	19
1.1.3.2. Des milieux en quête de bien-être durable	25
1.1.3.2. Vers des systèmes et des paysages multifonctionnels et durables.....	29
1.2. Les systèmes agroforestiers intercalaires dans les paysages	33
<i>1.2.1. L'agroforesterie, des paysages aux parcelles</i>	<i>33</i>
<i>1.2.2. Des systèmes inédits aux multiples possibilités.....</i>	<i>34</i>
<i>1.2.3. Des systèmes innovants pour construire des paysages durables</i>	<i>37</i>

1.2.3.1. Des bénéfices écologiques et économiques de plus en plus clairs	37
1.2.3.2. Des systèmes qui améliorent l’appréciation des paysages?.....	44
1.2.4. <i>Question générale de recherche</i>	46
Chapitre 2 – Relier les systèmes aux paysages.....	49
2.1. Relier humains et nature avec les systèmes socio-écologiques.....	49
2.1.1. <i>Quelques notions de systémique et de complexité</i>	49
2.1.2. <i>Importance des modèles systémiques</i>	52
2.1.3. <i>Les systèmes socio-écologiques</i>	53
2.1.4. <i>Une perspective à maintenir et à ouvrir</i>	55
2.2. Les approches dialectiques du paysage.....	57
2.2.1. <i>Une dialectique initiale</i>	57
2.2.2. <i>Les éclatements disciplinaires</i>	59
2.2.3. <i>La résurgence des approches dialectiques</i>	60
2.2.4. <i>Vers un rapprochement des modèles</i>	64
2.3. Le cadre retenu : des systèmes socio-écologiques imbriqués et qualifiés.....	68
2.3.1. <i>Présentation du cadre général</i>	68
2.3.2. <i>Résilience, paysages durables et SAI</i>	70
2.3.3. <i>La cohérence paysagère</i>	71
2.4. Cadre opératoire et dimensions choisies.....	74
2.4.1. <i>Une approche ex-ante</i>	74
2.4.2. <i>L’échelle</i>	75
2.4.3. <i>Les dimensions de la cohérence paysagère retenues dans l’étude</i>	77
2.4.4. <i>Les acteurs ciblés</i>	78
2.4.5. <i>L’appréciation des paysages</i>	83
2.4.5.1. <i>Les caractéristiques du paysage</i>	83
2.4.5.2. <i>Les caractéristiques des individus</i>	85
2.4.5.3. <i>Les relations entretenues avec les paysages</i>	85
2.4.6. <i>Les enjeux locaux et les aménagements : deux portes d’entrée pour relier dimensions écologiques et dimensions sociales</i>	88
2.5. Objectifs de recherche	90

Chapitre 3 – Vue d’ensemble des territoires, de la méthodologie et de certains résultats préliminaires.....	93
3.1. Territoires à l’étude	93
3.1.1. Critères de sélection.....	93
3.1.2. Présentation générale des MRC.....	94
3.1.3. Les contextes pédoclimatiques	96
3.1.4. Les forêts	99
3.1.5. Trajectoires agricoles	101
3.1.6. Contextes et paysages agricoles actuels	103
3.1.7. Enjeux vécus dans les zones agricoles	109
3.1.7.1. La qualité des sols	109
3.1.7.2. La qualité de l’eau	110
3.1.7.3. La qualité de l’air.....	110
3.1.7.4. La biodiversité	111
3.1.7.5. Les changements climatiques	112
3.1.7.6. La rentabilité des systèmes agricoles.....	113
3.1.7.7. L’attractivité des milieux.....	114
3.2. Aperçu général de la méthodologie	116
3.2.1. Entrevues semi-dirigées	117
3.2.2. Enquêtes SWOT-AHP.....	119
3.2.3. Questionnaires sur les préférences visuelles	122
3.2.4. Approche multicritère de décision pour la construction des outils	124
3.2.5. Chronologie des phases de la recherche et imbrication des volets	126
3.3. Perspectives préliminaires recueillies lors des entrevues semi-dirigées.....	129
3.3.1. Enjeux et place des SAI à Charlevoix-Est.....	129
3.3.1.1. Enjeux.....	129
3.3.1.2. Sites d’implantation à privilégier	131
3.3.1.3. Espèces ligneuses à préconiser	132
3.3.1.4. Conclusions préliminaires pour le contexte de déprise agricole	133
3.3.2. Enjeux et place des SAI dans les Maskoutains selon les acteurs locaux	133
3.3.2.1. Enjeux.....	133
3.3.2.2. Sites d’implantation privilégiés	135

3.3.2.3. Caractéristiques des espèces ligneuses	137
3.3.2.4. Conclusions préliminaires pour le contexte d'intensification agricole	138

Chapitre 4 – Integrating agroforestry intercropping systems in contrasted agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders' perceptions.....	140
Résumé.....	141
Abstract	142
4.1. Introduction	143
4.2. Methodology	144
4.2.1. Study areas	144
4.2.2. SWOT-AHP procedure.....	145
4.3. Results	150
4.3.1. Stakeholders' profile	150
4.3.2. Stakeholders' perceptions in Les Maskoutains (intensive agricultural landscape)	152
4.3.3. Stakeholders' perceptions in Charlevoix-Est (agricultural decline landscape).....	155
4.4. Discussion.....	158
4.4.1. Drivers of landscape integration.....	158
4.4.2. Evaluation of agroforestry alternatives across landscapes	160
4.4.3. Pertinence and limits of the SWOT-AHP procedure.....	162
4.5. Conclusion.....	162
Acknowledgements.....	163
References	164

Chapitre 5 – Exploring the social coherence of rural landscapes featuring agroforestry intercropping systems using locals' visual assessments and perceptions	168
Résumé	169
Abstract.....	170
5.1 Introduction	171
5.2. Methodology	176
5.2.1. Areas under study.....	176
5.2.2. Design of the landscape scenarios	178
5.2.3. Questionnaire design.....	181

5.2.4. <i>Data collection</i>	182
5.2.5. <i>Data analysis</i>	183
5.2.5.1. <i>Statistical analyses</i>	183
5.2.5.2. <i>Qualitative analysis</i>	184
5.3. Results	184
5.3.1. <i>Sociodemographic profile of respondents</i>	184
5.3.2. <i>Effect of individual characteristics on visual appreciations</i>	186
5.3.3. <i>Effect of region and landscape design on visual assessments</i>	187
5.3.4. <i>Influence of AIS features on landscape appreciation</i>	190
5.3.5. <i>Reasons underlying landscape appreciations</i>	193
5.4. Discussion	198
5.4.1. <i>Effect of sociodemographic variables</i>	198
5.4.2. <i>The global appreciation of landscapes featuring common land-uses and AIS</i> . 199	
5.4.3. <i>The effect of AIS diversity and row spacing on appreciation</i>	200
5.5. Conclusion	202
Acknowledgments	203
References	204
Chapitre 6 - Des systèmes agroforestiers intercalaires pour des paysages durables : outils d'aide à la décision territoriale	214
Résumé	215
Abstract	216
6.1. Introduction	217
6.2. Méthodologie	222
6.2.1. <i>Cadre analytique</i>	222
6.2.2. <i>Ancrage géographique</i>	223
6.2.3. <i>Collecte des données</i>	225
6.2.4. <i>Construction de la grille critériée</i>	226
6.2.4.1. <i>Choix des critères</i>	226
6.2.4.2. <i>Opérationnalisation</i>	230
6.2.5. <i>Construction du tableau des espèces ligneuses</i>	234
6.2.5.1. <i>Critères retenus</i>	234

6.2.5.2. Sélection des espèces ligneuses	238
6.3. Résultats	249
6.3.1. Adapter les SAI aux conditions biophysiques de la zone agricole	249
6.3.2. Aménager les SAI pour répondre aux enjeux des territoires ruraux	250
6.4. Discussion	254
6.4.1. Une multifonctionnalité plus explicite	254
6.4.2. Au-delà des outils, la nécessité d'une vision systémique	254
6.4.3. Les défis d'une approche territoriale	255
6.5. Conclusion	257
Remerciements	258
Références	259
Chapitre 7 – Des systèmes à diversifier, des paysages intérieurs à réinventer	273
7.1. Synthèse et réponse à la question générale de recherche	273
7.1.1. Synthèse des diagnostics territoriaux, des préférences visuelles expliquées et des outils d'aménagement	273
7.1.2. Les Maskoutains : une zone d'intensification agricole faite de contrastes	275
7.1.2.1. Un contexte écologique très favorable	275
7.1.2.2. Un contexte social faiblement cohérent	276
7.1.2.3. Un contexte socio-écologique sous tension	279
7.1.3. La MRC de Charlevoix-Est : une zone de déprise en quête de nouveaux modèles	281
7.1.3.1. Un contexte écologique moyennement favorable	281
7.1.3.2. Un contexte social moyennement favorable	282
7.1.3.3. Une cohérence globale plus équilibrée	283
7.2. Pour une meilleure cohérence paysagère des SAI	285
7.2.1. Des systèmes paradoxaux	285
7.2.1.1. Entre rupture et continuité	285
7.2.1.2. Entre transition et verrouillages	287
7.2.2. Implications pour l'intégration des SAI dans les paysages	288
7.2.2.1. Des systèmes de transition	288

7.2.2.2. Adopter la bonne stratégie transitionnelle en fonction du contexte socio-écologique.....	289
7.2.2.3. Briser la linéarité et miser sur la pluralité.....	291
7.2.3. <i>Une reconnaissance qui tarde</i>	293
7.3. Portée et limites de l'étude	294
7.3.1. <i>L'intérêt d'agencer système socio-écologique et approches dialectiques des paysages</i>	294
7.3.2. <i>Quand des photos nous mènent ailleurs</i>	295
7.3.3. <i>Portée opératoire</i>	297
7.3.4. <i>Limites de l'étude et perspectives</i>	298
7.3.4.1. Des dimensions sociales effleurées	298
7.3.4.2. Une portée géographique limitée.....	299
7.3.4.3. Dépasser la diversité spécifique des aménagements pour viser une diversité fonctionnelle	300
7.3.4.4. Une perspective temporelle peu explorée.....	301
7.3.4.5. Des échelles à mailler	302
7.3.5. <i>Vers des paysages intérieurs</i>	305
Conclusion	307
Bibliographie.....	310
Annexe A - Guides d'entrevue pour les intervenants régionaux	357
Annexe B – Guide d'entrevue pour les experts en agroforesterie.....	359
Annexe C – Outils d'enquête pour les groupes de discussion SWOT-AHP.....	360
Annexe D – Questionnaire en ligne sur l'appréciation des paysages par les résidents	374

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Comparaison des superficies de quelques cultures et de la composition du cheptel animal entre 1961 et 2016.....	14
Tableau 1.2. Comparaison des superficies boisées et en maïs-soya par région administrative en 2016	18
Tableau 2.1. Caractéristiques partagées entre les systèmes adaptatifs complexes, les systèmes socio-écologiques, les paysages dialectiques et les SAI.....	65
Tableau 3.1. Principales productions retrouvées dans la MRC de Charlevoix-Est.....	104
Tableau 3.2. Principales productions retrouvées dans la MRC des Maskoutains	105
Tableau 3.3. Nombre et domaines d’expertise des personnes impliquées dans les différentes phases d’enquêtes	118
Tableau 3.4. Importance relative des enjeux de l’agroécosystème de la MRC de Charlevoix-Est énoncés par les experts régionaux	130
Tableau 3.5. Principaux sites d’implantation proposés par les acteurs de Charlevoix-Est	131
Tableau 3.6. Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser dans le contexte de la MRC de Charlevoix-Est selon les intervenants régionaux.....	132
Tableau 3.7. Importance relative des enjeux de l’agroécosystème de la MRC des Maskoutains énoncés par les experts régionaux.....	134
Tableau 3.8. Sites d’implantation privilégiés par les acteurs de la MRC des Maskoutains	135
Tableau 3.9. Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser dans le contexte de la MRC des Maskoutains selon les intervenants régionaux	138
Table 4.1. The agroforestry intercropping system alternatives	147
Table 4.2. Stakeholders’ profile in Les Maskoutains and Charlevoix-Est.	151
Table 4.3. SWOT factors and their relative priority for stakeholders in Les Maskoutains	153
Table 4.4. SWOT factors and their relative priority for stakeholders in Charlevoix-Est..	156
Table 5.1. Description of the six AIS designs and the six common land-uses illustrated in the landscape scenarios.....	178
Table 5.2. Sociodemographic profile of the respondents	185
Table 5.3. Effect of sociodemographic characteristics on visual appreciations	187
Table 5.4. Effect of region, land-use and their interaction on the ratings of the 12 landscapes.....	187
Table 5.5. Comparison of the estimated mean rating of the 12 landscapes	188
Table 5.6. Type 3 tests of the significance of region, tree diversity, row spacing and their interactions on the mean rating of the six landscapes featuring AIS.....	190

Table 5.7. Classification of the reasons of (un)appreciation stated by participants, their definition in the context of the study and illustrative examples.	194
Table 5.8. Distribution of the substatements of appreciation (+) and unappreciation (-) in each category for each landscape.	196
Tableau 6.1. Services rendus à différentes échelles par les SAI en fonction des enjeux vécus au sein de l'agroécosystème québécois	218
Tableau 6.2. Grille critériée pour le choix des sites et des aménagements	231
Tableau 6.3. Tableau des espèces ligneuses	239
Tableau 7.1. Synthèse des principaux résultats	274

Liste des figures

Figure 1.1. Carte de la zone agricole du Québec.....	6
Figure 1.2. Carte de la localisation des forêts privées (en orange).....	8
Figure 1.3. Évolution du nombre et de la taille moyenne des fermes au Québec entre 1951 et 2020	12
Figure 1.4. Répartition des fermes par type de spécialisation en 1971 et 2016	13
Figure 1.5. Exemple de transformations paysagères fines en milieu agricole intensif à Saint-Marcel-de-Richelieu	16
Figure 1.6. Exemple de transformation des paysages en milieu moins propice à l'implantation du modèle agroindustriel, entre 1964 et 2009, à Saint-Valérien-de-Milton .	17
Figure 1.7. Cadre conceptuel des services écosystémiques et leur lien avec le bien-être des collectivités humaines.....	26
Figure 1.8. Système de cultures intercalaires associant maïs et arbres feuillus âgés de six ans à Baie-du-Febvre	35
Figure 2.1. Schémas représentant les différentes caractéristiques des systèmes adaptatifs complexes	51
Figure 2.2. Le système socio-écologique de Berkes et Folke	54
Figure 2.3. Le cadre des relations humain-paysage, un cadre adoptant une approche dialectique.....	61
Figure 2.4. La conception systémique du paysage selon l'école de Besançon.	63
Figure 2.5. Les SAI et les paysages, des systèmes socio-écologiques imbriqués et perçus. 68	
Figure 2.6. Cadre opératoire de la thèse : les types de relations au paysage, les processus relationnels et les trois volets d'investigation mis en lien	88
Figure 3.1. Localisation des MRC.....	95
Figure 3.2. Relief des MRC.....	97
Figure 3.3. Classes de sols agricoles retrouvées dans les MRC	97
Figure 3.4. Zones de rusticité du Québec	98
Figure 3.5. Domaines bioclimatiques des MRC.....	100
Figure 3.6. Carte de la zone agricole	103
Tableau 3.1. Principales productions retrouvées dans la MRC de Charlevoix-Est.....	104
Figure 3.7. Quelques paysages agricoles de la MRC de Charlevoix-Est	107
Figure 3.8. Quelques paysages agricoles de la MRC des Maskoutains	108
<i>Photos : Catherine Mercier.</i>	121
Figure 3.9. Groupes de discussion.....	121

Figure 4.1. The areas under study: the Regional County Municipalities of Charlevoix-Est (a) and Les Maskoutains (b)	145
Figure 4.2. Hierarchy of the decision-making process	146
Figure 4.3. An example of a pair-wise comparison question	148
Figure 4.4. Agroforestry intercropping systems alternatives relative priority for stakeholders in Les Maskoutains	154
Figure 4.5. Relative priority of agroforestry intercropping systems alternatives for each stakeholder category and for all stakeholders in Charlevoix-Est.	157
Figure 5.1. The regional county municipalities of Charlevoix-Est (a) and Les Maskoutains (b).	177
Figure 5.2. The 12 landscape scenarios	180
Figure 5.3. Box plot showing the dispersion of the ratings of the 12 landscape scenarios	189
Figure 5.4. Combined effects of row spacing and tree diversity on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS designs by region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains) ..	191
Figure 5.5. Effect of row spacing (15 m and 30 m) on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS by tree diversity level and region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains)..	192
Figure 5.6. Effect of tree diversity on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS by row spacing and region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains).....	193
Figure 6.1. Approche d'analyse ayant guidé la création des outils d'aide à la décision	223
Figure 6.2. La zone agricole du Québec	224
Figure 7.1. La cohérence paysagère des SAI en contexte d'intensification agricole	280
Figure 7.2. La cohérence paysagère des SAI en contexte de déprise agricole	284

Liste des acronymes

AFSQ	Association forestière du sud du Québec
AFTA	<i>Association for Temperate Agroforestry</i>
AFSQ	Association forestière du sud du Québec
ALUS	<i>Alternative Land Use Systems</i>
AMCD	Analyse multicritère de décision
AQPP	Association québécoise des producteurs en pépinières
AARQ	Association des aménagistes régionaux du Québec
CICES	<i>Common International Classification of Ecosystem Services</i>
CPNQ	Club des producteurs de noix du Québec
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
CRAAQ	Centre de références en agriculture et alimentation du Québec
FAO	Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation
FIHOQ	Fédération interdisciplinaire d'horticulture ornementale du Québec
FPFQ	Fédération des producteurs forestiers du Québec
HLPE	<i>High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition</i>
INSPQ	Institut national de la santé publique
ISQ	Institut de la statistique du Québec
LPTAAQ	Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles du Québec
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MAPAQ	Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté

MRN	Ministère des Ressources naturelles
MSSS	Ministère de la Santé et des Services Sociaux
OBV	Organisme de bassin versant
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OMS	Organisation mondiale de la santé
SAI	Système agroforestier intercalaire
SWOT-AHP	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats – Analytical Hierarchy Process</i>
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
UPA	Union des producteurs agricoles
UQCN	Union québécoise pour la conservation de la nature
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

Remerciements

Cette thèse est la somme d'une multitude de brefs (et parfois moins brefs, fort heureusement) moments de courage et de détermination distillés dans l'océan de remises en question et de découragement qui constitua l'essentiel de mes études de troisième cycle. À toutes ces personnes qui crurent en moi plus souvent que moi-même, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Merci à ma famille, d'abord, pilier de ma vie. À mon poète Diomède qui, à coup de dérision et d'encouragements, a su me faire garder le cap sur ce qui compte le plus. Merci à mes enfants Diella, Melek, Aurélie et Hector qui ont su, avec leur insouciance sage d'enfant, me convaincre qu'il valait la peine de poursuivre mes rêves jusqu'au bout. Merci à mes grands d'avoir accepté tant d'absences tout au long de ces années. Merci à mes petits pour cet enracinement si important dans la vie et le moment présent. Merci à ma chère Diella, grand exemple de résilience et de ténacité. Merci à vous quatre pour vos rires, vos idées, vos chicanes, vos rêves.

Merci à mes parents Raymonde et Bruno qui ont toujours appuyé mes projets les plus fous, dont celui-ci, avec amour et respect. Grands-parents exemplaires, toujours prêts à me supporter, ils se sont donnés corps et âme pour me permettre de terminer mes études. Merci pour les innombrables heures que vous avez consacrées à assurer le bien-être de ma famille alors que je me consacrais à ces études. Merci aussi pour vos prières constantes. Plus d'une fois, sans le savoir, vous m'avez convaincue de persévérer.

Merci à mes grands-parents maternels et paternels, à leurs parents, aux parents de leurs parents et à ceux qui les ont précédés dont les histoires légendaires et rocambolesques m'ont été racontées. Merci à cette famille et aux mamans du cœur de l'Afrique qui m'ont accueillie avec tant de bonté et de joie entre *ururwarwa*, avocatiers et manguiers, et qui pratiquent

l'agroforesterie avec une grande sagesse sans même en connaître le nom. Je vous dois l'amour de la terre et de ses paysannes et paysans, et l'envie d'y consacrer ma vie professionnelle. Merci aussi à ces agricultrices et agriculteurs, paysannes et paysans d'ici et d'ailleurs pour qui l'association des arbres et des cultures a un sens.

Merci à mes précieux amis qui m'ont offert écoute, divertissement et support pendant ces années. Merci à celles et ceux avec qui j'ai pu partager les aléas de la conciliation famille-étude, famille-travail et famille-travail-études; merci à celles et ceux qui m'ont rappelé à quel point je suis choyée d'avoir eu la santé et l'entourage pour terminer. Merci à ceux qui ont eu les bons mots aux bons moments. Merci à Mélanie Dagenais pour les histoires de garderie. Merci à mes grandes amies Renée, Marie-Danielle, Lucie, Valérie, Katherine, Anne-Marie. Nul besoin de vous rappeler pourquoi.

Merci à mes tout aussi précieux amis Maurice Carel, Grégoire Bissonnette et Yves Guérette. Vos parcours humains et professionnels, de même que vos réflexions, questionnements et chemins de vie m'ont grandement inspirée.

Merci à ces grandes dames et ce grand homme qui ont traversé l'aventure doctorale ou celle de la Chaire DI en même temps que moi, et qui ont su me rappeler à l'ordre tout en relativisant mes tourments: la grande Ndeye Dieynaba Diaye, la résiliente Andréanne Lavoie, la pétillante Audrey Auclair, la surprenante Émilie Houde-Tremblay, la très comique Marie-Michèle Thibodeau, la sage Maïmounatou Altini Yattara, la crinquée Catherine Dodaro, le « chaordique » Marc-Antoine Fortin-Robitaille, la recrue Catherine Gauthier, merci. Merci aussi à Catherine Mercier, compagne de route en pleine tempête et aide précieuse lors des groupes de discussion, à Iseult Séguin-Aubé pour les scénarios et à Mamadou Yauck pour l'aide en statistiques. Merci Jean Bonneville pour les rires et la rigueur.

Merci à toutes ces personnes qui, dans les MRC de Charlevoix-Est et des Maskoutains, m'ont accueillie, accompagnée et offert gracieusement leur temps et leurs réflexions, des aménagistes et agriculteurs motivés (ou non!) aux agronomes et forestiers emballés, en passant par ces secrétaires qui ont fait des pieds et des mains pour rendre mes questionnaires accessibles et qui ont fait de mon projet le leur. Merci à ces nombreuses personnes qui ont pris de leur temps pour imaginer des paysages agricoles avec des arbres en rangées ; sans en mesurer la portée, vous aurez néanmoins contribué à la réflexion pour rendre vos paysages, nos territoires, plus viables!

Mes derniers et plus sincères remerciements, je les réserve aux membres de mon comité de thèse. Merci à Gérald Domon pour sa confiance et ses idées, le riz puant, les phrases chocs du type « avec quatre enfants, tu n'y arriveras jamais » ou « le doctorat est une longue aventure solitaire, une spirale dans laquelle on se perd pour finalement revenir à la question de départ ». Merci à Jean Mercier pour ses questionnements existentiels et les longues conversations sur le pourquoi des arbres dans les champs (il a maîtrisé l'art de ramener une agroforestière à l'essentiel), les politiques, la vie et l'herméneutique. Merci d'avoir compris et de m'avoir réconfortée alors que le volet politique, pourtant plein de promesses, n'aboutissait pas. Merci à Nancy Gélinas pour son humanité, son pragmatisme et ses partages d'expérience qui ont fait de moi une meilleure maman-chercheuse (mais toujours pas une super guide à vélo!). Merci à Maurice Doyon de m'avoir accompagnée à la limite de mes compétences en économie et d'avoir laissé ce projet suivre une autre voie.

Parce qu'il n'y a pas de mots pour exprimer toute ma reconnaissance à celui qui m'a ouvert les portes du monde agroforestier, qui a été un modèle de chercheur qui se préoccupe véritablement des paysannes et des paysans et de ses étudiantes et étudiants, et qui a non seulement supervisé mon parcours de troisième cycle, mais qui m'a accompagnée dans mes nombreuses tribulations académiques, professionnelles et familiales avec humanité, bienveillance et (une infinie) patience, de tout cœur, merci Alain. Je nous souhaite encore de nombreuses occasions de nous exclamer « Vive la révolution agroécologique! », et pourquoi pas en rasant ou en slamant, où que nous soyons sur cette si petite maison commune.

Avant-propos

Mentionnons-le d'emblée : l'agroforesterie est un terme inventé de toutes pièces par les scientifiques qui, il y a à peine 50 ans, se sont intéressés à cette constante des mondes paysans : la présence des arbres au cœur de leurs systèmes de (re)production biologiques, sociaux et spirituels et, par conséquent, de leurs systèmes alimentaires (Michon 2015). Les paysannes et paysans du monde sont de ce fait les premiers et seuls véritables inventeurs et gardiens des systèmes, pratiques et savoirs agroforestiers ayant été développés pendant des millénaires sur tous les continents habités. Des agroforêts, où l'on tire profit des dynamiques forestières pour faciliter la croissance de plantes et d'arbres utiles et nourriciers, aux systèmes sylvopastoraux où humains, espèces ligneuses, animaux d'élevage et herbages se développent en interdépendance, ces systèmes constituent des formes originales et abouties de gestion écologique reposant sur des siècles d'observation et d'interventions humaines.

Cette thèse portant sur une science aussi jeune et dépendante d'une si longue histoire paysanne ne pouvait débiter autrement qu'en affirmant le rôle central des sociétés agricoles et forestières, plus souvent qu'autrement dévalorisées (Jiggins 1989, Michon 2015, Thrupp 1989), dans le développement de modes de vie et de cosmogonies où la distinction entre arbres et cultures n'a pas de sens. Le développement de la science agroforestière ne peut faire l'économie de ces savoirs et ne peut prétendre participer à la réalisation d'un monde plus beau que si elle se met à l'écoute des populations qui marient arbres et cultures (Chambers 1983, Michon et al. 2007).

Il n'est pas souvent question des valeurs qui animent les chercheurs dans leurs travaux; or celles-ci ont des implications évidentes sur l'orientation qu'ils donnent à leurs recherches. Sans nier les faits scientifiquement observables, force est d'admettre que la manière dont les disciplines scientifiques se sont construites découle d'une certaine vision du monde, liée de près à une expérience humaine (Kuhn 1962, Chambers 1983). En tant que jeune femme québécoise, doctorante en agroforesterie à l'Université Laval, j'ai été forgée dans mes modes

de pensées et des méthodes de travail par le système occidental de production et de validation des connaissances. En prendre conscience dans le cadre d'un programme de doctorat m'apparaît essentiel, dans la mesure où je serai de plus en plus invitée à intégrer différents savoirs dans mes propres conceptions et mes travaux ultérieurs. Il s'agit aussi d'un biais important duquel je n'ai pu me défaire dans le cadre de ce travail. Dans un domaine aussi teinté par notre propre relation à la nature que celui du paysage, il semble important de mentionner que ma conception de cet objet, en s'inscrivant dans une vision du monde occidentale, est bien différente de celle que peuvent en avoir les Premières Nations ou les Japonais. De même, les connaissances qui émanent de cette thèse, de même que celles sur lesquelles elles se sont construites, pourraient avoir un sens différent, ou n'en avoir aucun, dans une autre vision du monde.

Plus jeune, je prenais plaisir à grimper aux branches du gigantesque érable à sucre tout au fond du verger chez mes grands-parents. De là, je regardais le vent faire danser les épis de maïs des champs voisins. Était-ce là le début de ma vocation agroforestière? Ou prend-elle davantage racine dans ces journées passées à la cabane à sucre familiale, ou encore dans ce cours si étrange de sciences des plantes où un professeur un peu fou et portant un nom d'arbre osait nous sortir (à mon plus grand bonheur) des rangs québécois pour nous transporter dans les parcs agroforestiers sahéliens et ainsi nous parler d'évapotranspiration? Quoiqu'il en soit, une fois entrée au cœur de ces systèmes, je n'ai plus trouvé de raison de m'en extirper, d'autant plus que la gestion des ressources agricoles et forestières par les paysannes et paysans m'apparaissait comme un terrain de jeu fabuleux pour explorer une foule d'autres dimensions du développement rural et des systèmes socio-écologiques, de l'économie aux relations de genre, en passant par le développement rural et la sécurité alimentaire. L'agroforesterie m'apparaissait, et m'apparaît toujours, comme un objet d'études idéal pour aborder la complexité et l'interdépendance des systèmes naturels et humains (Morin 2014). À l'aune des défis complexes que nous avons à relever collectivement, qu'il s'agisse des changements climatiques, de l'insécurité alimentaire, de l'érosion de la biodiversité ou de l'accroissement des inégalités, l'étude de systèmes intégrés et basés sur une biodiversité naturelle et humaine me semble, plus que jamais, nécessaire.

Évidemment, étudier l'agroforesterie dans des contextes culturels où l'intégration des espèces ligneuses et herbacées fait partie des pratiques depuis des générations ne ressemble en rien à l'étude de l'agroforesterie dans un contexte comme celui du Québec où arbres et cultures ont été séparés pour en optimiser les usages, en conformité avec une certaine conception de l'optimisation. L'agroforesterie québécoise, entendue comme l'association délibérée d'arbres et d'espèces agricoles et/ou d'animaux d'élevage sur une même parcelle (CRAAQ 2011) est, pour sa part, un produit de la culture techniciste et scientifique apparu très récemment sur notre territoire. En effet, en faisant abstraction des rares lègues du passé (peu documentés) et des systèmes marginaux développés ici et là (forêts nourricières, systèmes de permaculture, etc.), les pratiques agroforestières les plus répandues sur notre territoire proviennent essentiellement des idées développées par les chercheurs et ingénieurs qui, inspirés par les systèmes utilisés ailleurs dans le monde, les ont importés et adaptés à notre contexte, en les « vulgarisant » aux agricultrices et agriculteurs. C'est ainsi que, depuis les années 1980, les haies brise-vent, les bandes riveraines et, plus récemment, les SAI se sont lentement disséminés, du « haut » vers le « bas », dans les champs du Québec. À l'instar de l'utilisation des intrants chimiques, de la machinerie spécialisée et des variétés de semences dites améliorées, l'agroforesterie québécoise s'est répandue grâce à des programmes de recherche, des subventions et des réseaux plus ou moins développés de vulgarisation (Tartera et al. 2012, Hotelier-Rous et al. 2021). En ce sens, elle ne se distingue guère des pratiques et modèles agricoles dits industriels développés depuis la seconde moitié du 20^e siècle.

De par son ancrage historique et culturel relativement superficiel, l'agroforesterie québécoise, pour reprendre une analogie forestière, en est encore à l'étape de l'établissement de son système racinaire en sol québécois. Si la croissance de l'agroforesterie, vue de l'extérieur, semble stagner, c'est peut-être que son développement se déroule à l'abri des regards, à travers des réseaux formels, mais aussi et surtout informels. C'est le moment de la connexion, l'étape où l'agroforesterie tente de trouver sa place dans nos systèmes socio-écologiques. C'est une étape formidable pour la rédaction d'une thèse, puisque ce moment d'ancrage et de croissance invisible est particulièrement propice à la réflexion et à

l'établissement de connexions encore peu explorées. C'est à cette exploration que cette thèse vous convie, à travers le cas précis de l'intégration des SAI dans les paysages du Québec.

Cette thèse s'intéresse donc aux dimensions sociales et biophysiques influençant l'intégration des SAI dans les paysages agricoles de deux régions du Québec. Elle a été rédigée sous la forme d'une thèse avec insertion d'articles scientifiques. Elle est composée d'une introduction, suivie de six chapitres et d'une conclusion générale.

L'introduction présente le contexte général et explique les raisons et motivations ayant mené à ce projet, en plus de donner un bref aperçu du contenu et de l'articulation de la thèse. Le chapitre 1 présente la problématique générale de la thèse, liée à la recherche de modèles d'occupation des terres en milieu rural qui soient durables et adaptés à des contextes agricoles fort contrastés. Il montre que les considérations biophysiques ont fait l'objet de plusieurs recherches, même si on n'en est pas encore à savoir comment les intégrer dans des propositions d'aménagement, et que les dimensions sociales et politiques des SAI sont encore insuffisamment comprises et qu'elles doivent être investiguées pour mieux comprendre la place que ces systèmes pourraient prendre dans les paysages agricoles du Québec. Le chapitre 1 se termine par la question générale de recherche.

Le chapitre 2 aborde les concepts et cadres qui seront mobilisés au cours de la thèse. Il présente à la fois les notions ayant mené au choix du cadre général d'analyse (le système socio-écologique appliqué au paysage) que les concepts disciplinaires mobilisés dans le cadre des différentes parties de la thèse. Il permet ainsi de comprendre comment les concepts et cadres disciplinaires ont été articulés et liés à l'aide de concepts plus intégrateurs. La question générale de recherche est déclinée en objectifs plus précis à la fin de ce chapitre.

Le chapitre 3 présente sommairement la méthodologie retenue. D'abord, nous justifions le choix et présentons les aires d'études retenues pour la réalisation de la thèse. Ensuite, en

suivant la même logique qu’au chapitre 2, nous illustrons la démarche méthodologique dans sa perspective globale afin d’expliciter l’intégration des différentes phases de collecte et d’analyse des données entre elles et avec le développement du cadre conceptuel présenté au chapitre 2. Les méthodes plus précises retenues dans le cadre de l’étude (présentées en détails aux chapitres 4, 5 et 6) sont survolées dans le but principal d’en démontrer la pertinence dans le cadre de la thèse. Nous évitons ainsi de répéter les justifications méthodologiques données dans chacun de ces chapitres. Des résultats émanant des enquêtes préliminaires réalisées dans les MRC étudiées sont aussi présentés dans ce chapitre, afin de mettre la table, de donner un aperçu général mais néanmoins parlant du potentiel des SAI dans les MRC et de démontrer la pertinence des autres phases de recherche.

Les chapitres 4 et 5, rédigés sous forme d’articles scientifiques, traitent des dimensions sociales, et plus spécifiquement perceptuelles, de l’intégration des SAI dans les paysages agricoles. Le chapitre 4, paru en janvier 2019 dans la revue *Agroforestry Systems*, se concentre sur le potentiel d’intégration des SAI dans les paysages tel que perçu par les acteurs régionaux (agriculteurs, agronomes, forestiers, ingénieurs, aménagistes, élus, etc.). Le chapitre 5, qui s’intéresse aux perceptions que les habitants des régions étudiées ont des paysages intégrant différents aménagements agroforestiers intercalaires, a été publié en juillet 2020 dans la revue *Sustainability Science*. Les deux articles sont reproduits intégralement avec l’autorisation de ces revues. Le chapitre 6, lui aussi rédigé sous forme d’article scientifique, reprend les éléments des chapitres 4 et 5 et les lie aux dimensions biophysiques étudiées par d’autres chercheurs pour présenter une démarche et des outils d’aide à la décision qui visent à optimiser, à l’échelle des territoires, l’intégration des SAI dans une perspective écosystémique. Cet article a été soumis en mai 2021 à la revue *VertigO* et est présentement en processus de révision.

Dans les trois cas, je suis première auteure de ces articles. J’ai élaboré la problématique et les questions de recherche, ai choisi la méthodologie à employer, ai collecté les données, en ai réalisé ou supervisé l’analyse et en ai dégagé les principales conclusions et réflexions. J’ai aussi rédigé les manuscrits et effectué les démarches de soumission et de révision exigées

par les revues scientifiques. Alain Olivier a commenté et révisé les manuscrits des chapitres 4, 5 et 6. Gérald Domon a révisé les chapitres 4 et 5, en plus d'avoir guidé les premiers pas méthodologiques du chapitre 5. Yseult Séguin-Aubé a réalisé les scénarios paysagers sous ma supervision, et Mamadou Yauck, conseiller en statistiques, a guidé (presque) tous mes pas dans l'analyse des résultats. Nancy Gélinas et Maurice Doyon ont permis de bonifier le chapitre 4 par leurs commentaires sur le manuscrit et ont offert leur aide dans les phases de conception et de pré-test.

Le chapitre 7 contient une discussion générale qui replace dans le cadre général de la thèse les différents résultats et éléments de discussion évoqués aux chapitres 4, 5 et 6. Il discute de la portée de ces éléments, de leurs liens et de leurs implications théoriques et pratiques. Il se termine par une réflexion sur la portée générale de la thèse et sur sa contribution à l'avancement des connaissances. La conclusion, pour sa part, retrace le fil conducteur de cette thèse, en souligne les traits les plus marquants et se termine par des réflexions sur les pistes à suivre pour pousser la réflexion scientifique et philosophique de la place des arbres, des cultures et des humains dans les paysages agricoles.

Bonne lecture, et bon voyage au cœur des SAI et des paysages!

Introduction

Les paysages agricoles du Québec ont subi des mutations importantes au cours des 75 dernières années. Au cours de cette période, le nombre de fermes a fondu de 130 000 à moins de 30 000, les systèmes agricoles se sont mécanisés et spécialisés, les champs furent agrandis, les cours d'eau redressés, les terres humides drainées et les terres ou pâturages trop peu productifs laissés à l'abandon ou reboisés (Debailleul 2014, Statistiques Canada 1961, 2016). Ces forces de changement, en se croisant aux forces démographiques, économiques, culturelles et écologiques animant les milieux ruraux, ont entraîné les paysages dans des dynamiques contrastées : alors que l'agriculture s'est intensifiée dans certaines zones propices à l'implantation du modèle agricole dit « conventionnel », elle suivit plutôt une tangente de déprise là où les conditions n'étaient pas favorables à l'implantation de ce modèle (Ruiz et al. 2012). Ces dynamiques ont entraîné l'apparition d'enjeux, tels que la dégradation des sols et de l'eau, la perte de biodiversité, les changements climatiques et la précarité financière des fermes, qui freinent le développement des collectivités vers un bien-être durable (Anel et al. 2017, Powers 2010). Au-delà des enjeux vécus à l'échelle des systèmes agricoles, des demandes sociales de plus en plus fortes pour des paysages agricoles plus attractifs et diversifiés se heurtent aux impératifs de systèmes agricoles et forestiers basés sur des principes d'uniformité, ce qui entraîne des conflits d'usage et de vision. En somme, les paysages agricoles sont en quête de durabilité et soumis à des demandes sociales divergentes. La construction de paysages durables nécessite donc de revoir certaines pratiques afin d'en arriver à des paysages qui puissent fournir les services écosystémiques nécessaires non seulement à la survie des espèces, mais aussi au bien-être durable des humains, en tant qu'individus et en tant que collectivités, qui les habitent (Ronen et Kerret 2020).

Parmi les voies de transition envisagées pour accroître la durabilité des systèmes agricoles et des paysages qui y sont imbriqués, les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) proposent d'intégrer, à l'intérieur même des champs cultivés, des rangées d'espèces ligneuses largement espacées (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec [CRAAQ] 2011). S'il y a 75 ans à peine, les préceptes agronomiques exigeaient de retirer les

arbres des espaces cultivés, voici maintenant que, depuis 30 ans, l'intérêt des arbres en champ fait son chemin à travers des essais et des résultats expérimentaux encourageants (Rivest et al. 2018). En effet, l'introduction d'arbres au milieu des champs peut améliorer la qualité des sols agricoles, réduire la pollution diffuse vers les cours d'eau, contribuer à la connectivité des îlots boisés et participer à l'adaptation des systèmes et des paysages aux changements climatiques (Anel et al. 2017).

Cependant, ces avantages écologiques ne sont pas suffisants pour assurer l'intégration optimale des SAI dans les paysages; leur intégration doit aussi prendre en compte les perceptions et regards des acteurs qui, à l'extérieur des systèmes agricoles, les influencent et y posent leur regard. En effet, pour s'avérer cohérents dans les paysages, les SAI doivent s'avérer cohérents à la fois avec les dimensions écologiques et les dimensions sociales des paysages dans lesquels ils s'insèrent.

Alors que les recherches sur les dimensions biophysiques et écologiques des paysages sont nombreuses et que les facteurs d'adoption des systèmes agroforestiers sont de mieux en mieux connus (Matthews et al. 1993, Current et al. 2009), les dimensions sociales agissant à une échelle plus large et influençant leur intégration dans les paysages restent encore peu connues. Cette recherche propose donc, dans un premier temps, d'investiguer ces dimensions sociales plus globales à travers les perceptions que les professionnels (agronomes, ingénieurs forestiers, élus, techniciens, etc.) et les citoyens ont des SAI et de leur place dans leurs paysages agricoles, en posant comme hypothèse principale que ces systèmes peuvent s'avérer cohérents et pertinents pour ces acteurs tant dans des contextes d'intensification que de déprise agricole. Deux MRC présentant des contextes agricoles et socioéconomiques différents, la MRC de Charlevoix-Est (présentant un contexte de déprise) et la MRC des Maskoutains (présentant un contexte d'intensification), seront utilisées comme cas d'étude afin de vérifier cette hypothèse. Dans un deuxième temps, en nous basant sur la somme des connaissances actuelles en regard des impacts écologiques des SAI et des dimensions biophysiques à prendre en compte pour les implanter de manière optimale dans les paysages agricoles du Québec ainsi que sur les résultats obtenus quant à leur cohérence sociale dans

les deux MRC, nous présenterons deux outils d'aide à la décision territoriale pour intégrer les SAI dans les paysages des MRC étudiées afin d'optimiser leur cohérence socio-écologique. Ces outils viennent bonifier l'offre de guides et de fiches techniques, encore trop peu nombreux, traitant de l'implantation de SAI au Québec, tout en offrant une perspective originale en adoptant un ancrage territorial.

Les résultats de nos enquêtes auprès des acteurs et des citoyens des territoires étudiés, de même que les outils construits dans une perspective territoriale, nous donnent des indications plus claires sur les modèles de SAI à envisager à l'avenir pour mieux les intégrer aux paysages agricoles du Québec, selon leur trajectoire évolutive.

Chapitre 1 – Les systèmes agroforestiers intercalaires : une voie pour la durabilité des paysages agricoles?

*J'ai planté un chêne
au bout de mon champ,
ce fut ma semaine
Perdrerai-je ma peine?
J'ai planté un chêne
au bout de mon champ
Perdrerai-je ma peine?
Perdrerai-je mon temps?*

- Extrait de la chanson « J'ai planté un chêne » de Gilles Vigneault/Gilles Rochon, 1976.

Planter un chêne au bout de son champ, voilà une tâche relativement facile et commune. Planter non pas un, mais *plusieurs* chênes (et autres espèces ligneuses) *dans* son champ, voilà l'innovation proposée par les SAI. Innovation, oui, car les paysages agricoles actuels du Québec présentent une constante frappante : partout, ou presque, l'agriculture et la forêt sont des entités spatialement séparées. Or, il ne faudrait pas déduire de cette séparation qu'agriculture et foresterie se sont développés indépendamment l'une de l'autre. Au contraire, ces activités furent et restent intimement liées à l'échelle territoriale, qu'elles se soient avérées ou s'avèrent encore complémentaires ou conflictuelles. Les pratiques de gestion actuelles de ces espaces ont conduit à des enjeux écologiques et sociaux multiples qui, à l'échelle des paysages, en appellent à tester de nouvelles manières d'envisager la place des arbres et des cultures. L'agroforesterie, en proposant de réunir arbres et cultures au sein des espaces cultivés, peut-elle s'avérer une voie pour construire des paysages agricoles durables?

Avant de répondre à cette question, une première incursion au sein des concepts mobilisés dans le cadre de cette thèse s'impose; ceci permettra au lecteur et à la lectrice de mieux comprendre notre propos.

Lorsque nous invoquerons la notion de *territoire*, nous l'envisagerons dans le sens de Baud et al. (2013), soit une portion d'espace appropriée par ses habitants. Le territoire recouvre la notion de pouvoir (donc de gouvernance) et de limites, que celles-ci soient écologiques (territoires forestiers, territoires agricoles), politiques (municipalités régionales de comté, régions, zone agricole, etc.) ou autres.

La notion de milieu, pour sa part, représentera un espace donné dont les limites sont plus floues, qui résulte des interactions dynamiques entre ses composantes naturelles et humaines (Géoconfluences 2018). Le milieu représente un espace qui n'est pas nécessairement clairement délimité, ou délimité de la même manière par tous.

Le paysage, nous le rappellerons plus tard, réfèrera pour sa part à une « partie de territoire telle que perçue par la population » (Convention européenne du paysage 2000 :2). Contrairement au territoire et au milieu, le paysage réfère *aussi* à la dimension perceptuelle que le milieu (ou le territoire) induit chez les personnes qui y agissent ou qui l'observent. Le paysage se trouve ainsi à la rencontre entre le territoire/milieu et la personne qui le perçoit.

Ces précisions établies, entamons le voyage au cœur des paysages agricoles du Québec.

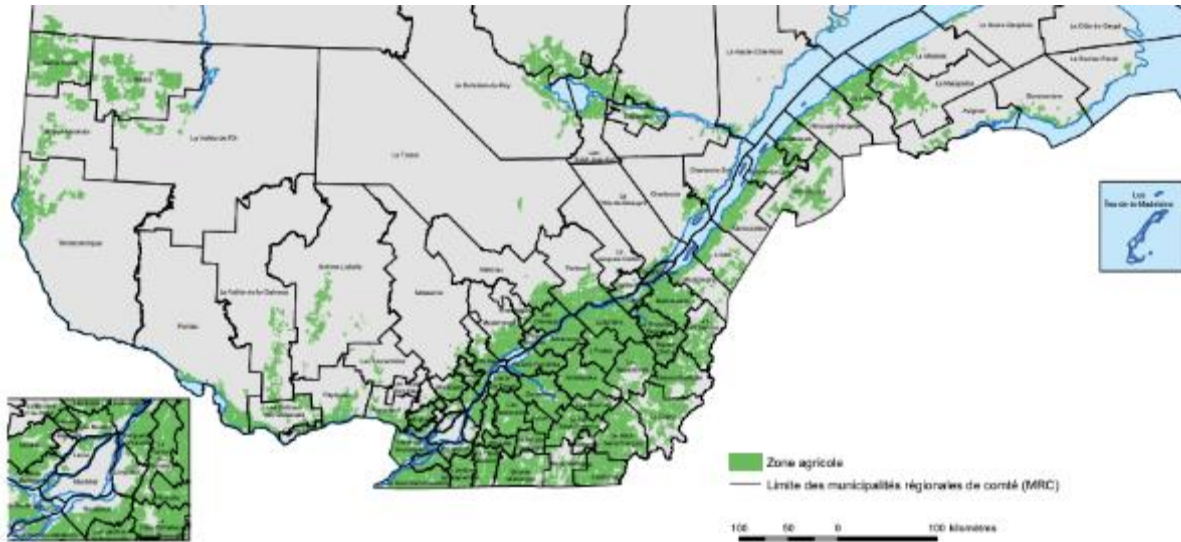
1.1. Les paysages agricoles, entre arbres et cultures

1.1.1. Survol du territoire agricole et forestier de l'écoumène québécois

1.1.1.1. Le territoire de la zone agricole

Dominé par le bouclier canadien et un climat froid, le territoire du Québec n'offre qu'une petite superficie propice à l'agriculture. Protégée de l'étalement urbain et d'autres usages incompatibles avec l'agriculture depuis 1978 par la Loi sur la protection du territoire agricole

(LPTA)¹, la zone agricole du Québec s'étend dans les basses-terres du Saint-Laurent, ainsi que dans quelques localités plus au nord et à l'est situées dans le bouclier canadien ou les Appalaches (figure 1.1).



Source : CPTAQ 2021 :12.

Figure 1.1. Carte de la zone agricole du Québec.

Elle couvre aujourd'hui 6,3 millions d'hectares, soit 4,7 % du territoire provincial (CPTAQ 2020). Sur le plan de l'utilisation des terres, la zone agricole est composée de 64 % de terres en cultures² et de 32 % de superficies boisées ou de milieux humides (Statistiques Canada 2016) (figure 1.2). Ces superficies sont cependant très inégalement réparties sur le territoire : dans certaines municipalités, les superficies boisées en zone agricole ne comptent que pour 5 % du territoire, et les superficies cultivées plus de 75 %, alors que dans d'autres, la situation est totalement inversée (MRC des Maskoutains 2017, MRC Charlevoix-Est 2017). En 2016,

¹ La LPTA sera plus tard modifiée pour inclure la protection des activités agricoles, et sera renommée Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (LPTAA, RLRQ, chap. P-41.1). Il est à noter que la LPTA fut adoptée avant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU, RLRQ, chap. A-19.1), qui lui est subordonnée.

² Toutes cultures et types de pâturages confondus, excluant les arbres de Noël.

32% des terres cultivées étaient utilisées comme pâturages ou destinées aux cultures fourragères, 31 % étaient utilisées pour le maïs et le soya, tandis que les céréales occupaient 9 % de ces superficies (Statistiques Canada 2016). En termes de cheptel, on dénombrait près de 36 millions de volailles, 4,5 millions de porcs, 600 000 bovins, 491 000 vaches laitières, 237 000 ovins, 63 000 colonies d'abeilles, et quelques autres productions telles que chèvres, chevaux, alpagas et lapins, répartis dans presque tous les cas dans des fermes spécialisées (Statistiques Canada 2016). L'ensemble de ces terres et de ces animaux étaient, toujours en 2016, gérés par quelques 42 000 agriculteurs, répartis sur près de 29 000 fermes, dont seulement 1 049 étaient sous régie biologique (Statistiques Canada 2016).

1.1.1.2. Le territoire forestier privé

Au Québec, la forêt est tenue selon deux grands modes de propriété. La forêt publique, essentiellement située au nord de l'écoumène dans le domaine de la forêt boréale, est exploitée par les compagnies forestières et représente 83 % des superficies aménagées (Fédération des producteurs forestiers du Québec [FPFQ] 2021, ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs [MFFP] 2021). Au sud du Québec, donc dans l'essentiel de l'écoumène, les superficies forestières sont essentiellement privées et couvrent 6,6 millions d'hectares (MFFP 2021, FPFQ 2021) (figure 1.2). On notera qu'en plusieurs endroits, la forêt privée se situe en zone agricole (figures 1.1. et 1.2), témoignant des liens étroits entre les deux activités et révélant une certaine trame agroforestière à l'échelle des paysages.

La forêt privée est essentiellement située dans les régions de peuplement mixtes (sapinière à bouleaux jaunes et blancs) ou feuillus, les plus méridionaux correspondants aux domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer cordiforme et de l'érablière à tilleul (Saucier et al. 2009). C'est aussi la forêt la plus diversifiée sur le plan biologique : elle abriterait plus des deux-tiers des plantes vasculaires du Québec, et presque tous les mammifères terrestres et semi-aquatiques de la forêt décidue y sont répertoriés (Jobin et al. 2002).



Source : Gouvernement du Québec 2019.

Figure 1.2. Carte de la localisation des forêts privées (en orange).

Hormis pour les rares très grands domaines de plus de 800 km² (totalisant 1 million d’hectares productifs), la forêt privée se caractérise par sa fragmentation en très petits lots (88 % d’entre eux font moins de 50 hectares) répartis entre les mains de 134 000 propriétaires et couvrant 5,7 millions d’hectares productifs (MFFP 2021, FPFQ 2021). Si, auparavant, la majorité des propriétaires étaient des agriculteurs, ceux-ci ne représentent plus que 11 % des propriétaires de boisés privés, la majorité (60 %) étant maintenant des retraités ou des travailleurs journaliers (Côté et al. 2012). Alors que 81 % des propriétaires récoltent du bois de chauffage dans leur forêt, moins de la moitié (43 %) d’entre eux effectue des récoltes de bois pour les pâtes et papiers ou le sciage (Côté et al. 2012). Malgré ce faible taux, la forêt privée est, toutes proportions gardées, plus productive que la forêt publique : elle fournissait, en 2019, 22 % du volume de bois brut mis en marché au Québec, et constitue bon an mal an 33 % de la possibilité de récolte forestière du Québec (FPFQ 2019).

Malgré leur proximité à l’échelle des fermes, voire leur juxtaposition à l’échelle territoriale, les activités agricoles et forestières restent séparées en ce qu’elles demeurent deux activités fortement spécialisées, soutenues par des ministères, des organismes et des professionnels distincts (agronomes et ingénieurs forestiers), et faisant appel à des logiques de gestion

différentes (Gaudreau 1979, Pagé 2005). Comment expliquer une telle rupture? Laissons l'histoire nous le raconter.

1.1.2. L'évolution croisée des espaces agricoles et forestiers

1.1.2.1. Entre complémentarité et sources de conflits

Occupant des espaces qui se superposent, agriculture et forêt se sont co-construites l'une par rapport à l'autre au fil des époques, à travers des relations complémentaires, mais aussi conflictuelles. À l'époque où les peuples autochtones étaient les principaux habitants du territoire, l'alimentation provenait à la fois de la forêt et des champs : les peuples pratiquaient eux-mêmes ces activités ou recourraient au troc pour bénéficier des produits issus de ces deux domaines qui restaient, somme toute, relativement séparés (Gaudreau 1979, Le Guédard 2005). Cette complémentarité se perpétuera lors des vagues de colonisation, alors que l'agriculture d'autosubsistance pratiquée par les colons sur les terres fraîchement défrichées sera complétée par les produits récoltés ou chassés dans les forêts sur ou à proximité des lots par les colons eux-mêmes ou par les autochtones, et que la forêt fournira matériaux de construction, protection contre les intempéries et bois pour la cuisson et le chauffage (Le Guérard 2005, Mathieu 2001, Mathieu et Laberge 1991, Mathieu et Lambert 2015, Simard et Bouchard 1996). Plus tard, agriculture et foresterie s'avéreront des activités complémentaires pour l'économie des ménages alors que les agriculteurs iront travailler dans les chantiers forestiers l'hiver pour y chercher un revenu d'appoint et y vendre leurs récoltes invendues (Pagé 2005, Séguin 1992). Ce partage saisonnier entre activités agricoles et forestières persistera jusqu'à l'époque de la spécialisation et de la professionnalisation du travail agricole et forestier (Morisset 2010). La complémentarité entre activités agricoles et forestières se traduira aussi par la mise sur pied, dans les chantiers situés au nord, de « fermes forestières » permanentes, soit des parcelles agricoles entretenues près des chantiers pour ravitailler les travailleurs l'hiver. Dans certains cas, ces fermes forestières constitueront les prémices de nouveaux villages (Bédard 1944, Fortin et Gosselin 1960, Gaudreau 1979). De même, au cours du 20^e siècle, l'idée de « village forestier », prônée notamment par Esdras Minville (1944), se basera sur la complémentarité entre activités agricoles et forestières pour imaginer un nouveau mode de gestion des espaces forestiers à proximité des villages : alors

que l'agriculture demeurerait une activité essentielle sur les terres déjà défrichées, il serait possible, selon Minville, de pratiquer une foresterie villageoise qui, par le développement de nouvelles filières de production basées sur les produits forestiers non ligneux (huiles essentielles, etc.), serait créatrice de richesses et permettrait de lutter contre le chômage tout en maintenant une occupation humaine sur le territoire (Stanek 1987, Lessard 2014). Ainsi, les activités agricoles et forestières demeurèrent séparées dans l'espace, mais néanmoins intimement liées à travers les activités socioéconomiques qui s'y sont exercées à l'échelle des lots et des territoires pendant une très longue période.

Cependant, activités agricoles et forestières s'avèrent aussi des sources de conflits à plusieurs égards. En effet, aussitôt coupé, le bois de la forêt est exporté, vendu ou utilisé, mais les terres, elles, changent de vocation pour devenir lot à cultiver ou noyau paroissial à développer (Gaudreau 1979). La coupe du bois dans la vallée du Saint-Laurent signifie donc réaffectation des terres, et réduction conséquente et quasi permanente du couvert forestier (Castonguay 2007, Castonguay et Saint-Laurent 2009). Avec le développement de l'industrie forestière aux 19^e et 20^e siècles, le bois coupé sur les terres de la Couronne pour permettre l'établissement des colons fera l'envie des petits commerçants et des industriels qui convoiteront aussi cette ressource facile d'accès et abondante. Les colons iront parfois jusqu'à feindre de vouloir s'établir sur ces nouvelles terres pour obtenir le droit d'y couper les arbres et de vendre le bois, et les industriels (de connivence avec les autorités) trouveront moult astuces pour profiter de cette ressource avant les colons ou leur en interdire l'accès (Castonguay 2007, Gaudreau 1979, Le Guérard 2005). Afin d'atténuer ces conflits, la Commission de la Colonisation recommandera, en 1902, la séparation claire des terres destinées à l'agriculture de celles destinées à la coupe de bois pour la vente à l'industrie, mais les mesures prises n'atténueront qu'en partie ces conflits, et les agriculteurs conserveront toujours le droit de couper le bois sur leur lot pour fournir l'industrie (Castonguay 2007). Le ministère chargé de la forêt tentera, au début du 20^e siècle, des efforts de reboisement chez les agriculteurs et dans les réserves cantonales qui leur étaient destinées, mais ceux-ci, s'étant entre-temps tournés vers le pétrole comme source principale d'énergie et voyant les marchés

s'ouvrir pour les produits agricoles, ne trouveront pas nécessairement l'activité utile et s'en détourneront progressivement (Castonguay 2007 Gilbert et Rouleau 2017).

De plus, la rupture entre forêts et espaces agricoles se transposera dans la sphère politico-religieuse : au 19^e siècle, les conservateurs, près des autorités religieuses, feront de la colonisation le moteur de l'économie, le socle de la vie spirituelle et le ciment de la nation canadienne-française, alors que les libéraux qui leur succéderont à la fin du siècle prendront plutôt le parti d'un développement économique basé sur l'exploitation forestière par les barons du bois anglais, industrie jugée durement par le clergé car la forêt et son industrie étaient alors associées aux esprits, à la cupidité et aux péchés (Linteau et al. 1979). Sur le plan des idées aussi, agriculture et foresterie se retrouveront en rupture : l'esprit de la *wilderness* américaine, quoique moins prégnant qu'aux États-Unis mais néanmoins présent ici, opposera la nature indomptable de la forêt aux espaces civilisés de l'agriculture (Arnould et Glon 2006), et le courant conservationniste porté par certains scientifiques, politiciens et industriels s'opposera farouchement aux méthodes de défrichage utilisées par les agriculteurs, jugées incompatibles avec la régénération de la ressource. Ce commentaire d'un scientifique de l'époque en témoigne clairement : « dans sa haine aveugle contre elle [la forêt], il [le colon] l'attaque corps à corps, et, comme il est le plus fort, il n'arrête sa hache que lorsque le dernier arbre est disparu » (Chapais 1883, cité dans Castonguay 2007).

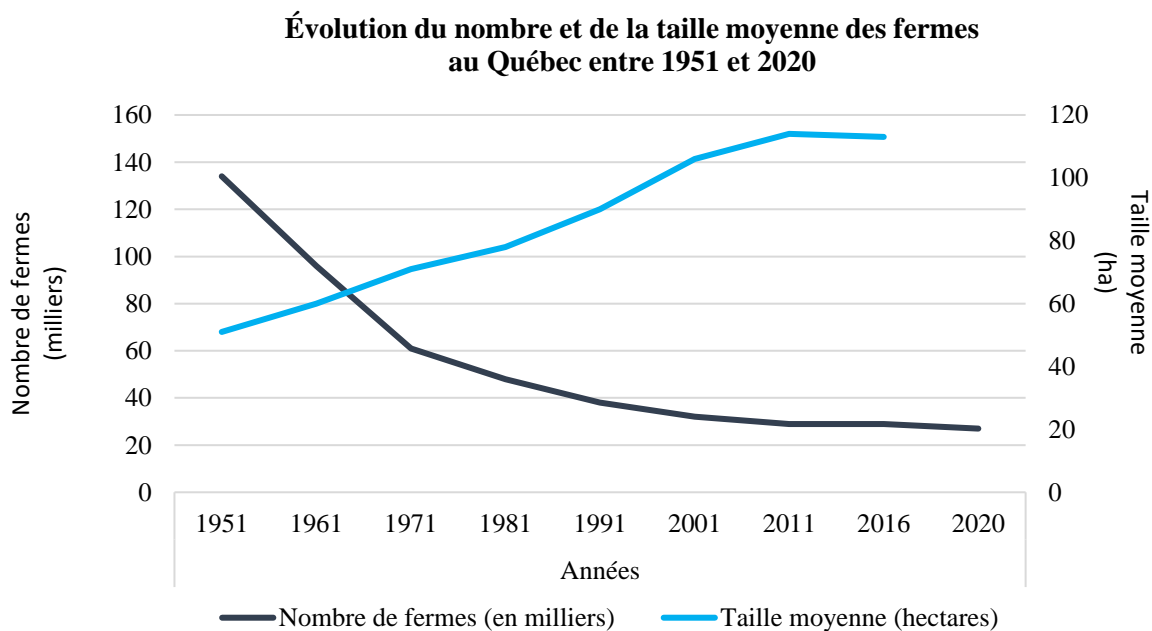
En ce qui a trait à la séparation territoriale, la division des espaces forestiers et agricoles au sein des lots concédés aux colons persistera à travers les changements qui marqueront les systèmes agricoles aux 18^e et 19^e siècle, qui se traduisirent par le passage de systèmes basés sur la culture du blé à la culture des menus grains (orge, avoine) et des pommes de terre, puis, dans la 2^e moitié du 19^e siècle, par la conversion à la production laitière à la faveur d'une volonté politique et d'une nécessité économique de spécialisation régionale de l'agriculture canadienne³ (Lavertue 1984, Perron et Gauthier 2000, Séguin 1982). Les activités agricoles

³ Ceci aura notamment une incidence sur le développement de nos régions ciblées pour l'étude (voir chapitre 3).

et forestières se spécialiseront aussi de façon drastique au cours du 20^e siècle, contribuant à accentuer la fracture entre agriculture et forêts. Voyons comment.

1.1.2.2. Des ruptures qui s'intensifient

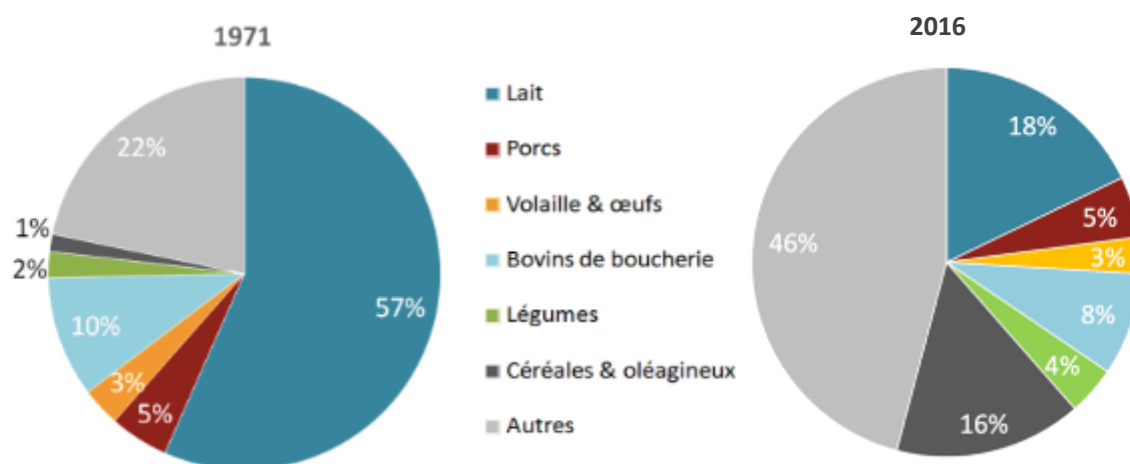
Dans la deuxième moitié du 20^e siècle, en embrassant le modèle dit « conventionnel » (Boutin 1999, Bowler 1986), les systèmes agricoles subirent une triple transformation en *se concentrant* entre les mains d'un nombre décroissant d'agriculteurs exploitant des superficies de plus en plus grandes (figure 1.3), *se spécialisant* dans des productions destinées à l'exportation ou dans quelques productions intimement liées (figure 1.4) et en *s'intensifiant*, la main-d'oeuvre étant remplacée par le capital et l'utilisation accrue des technologies (engrais, pesticides) et de la machinerie (Debailleul 1998).



Source des données: Recensements de l'agriculture 1951-2016 et MAPAQ 2020, nos calculs.

Figure 1.3. Évolution du nombre et de la taille moyenne des fermes au Québec entre 1951 et 2020.

Les effets de cette transformation furent drastiques. Par exemple, le nombre de fermes fondit de 134 000 à moins de 28 000 entre 1951 et 2020 (une baisse de près de 80 %) (figure 1.3). De même, on observa une augmentation de la superficie moyenne des fermes, celle-ci ayant plus que doublé entre 1951 et 2016 (figure 1.3). En parallèle, la proportion de fermes laitières chuta de 57 à 20 % entre 1971 et 2016 (figure 1.4). Cette conversion se fit notamment au profit des fermes spécialisées en cultures céréalières, dont la proportion passa de 1 à 16 % au cours de la même période (Statistiques Canada 1971, 2016, nos calculs). Les autres fermes laitières empruntèrent des trajectoires diversifiées et se spécialisèrent dans une foule d'autres productions (figure 1.4).



Source : Statistiques Canada 1971, 2016, nos calculs.

Figure 1.4. Répartition des fermes par type de spécialisation en 1971 et 2016.

Conséquemment à ces réorientations, les superficies en cultures fourragères et en pâturages passèrent de 3,28 millions d'hectares à 880 000 hectares entre 1961 et 2016, et les cultures de maïs et de soya connurent un bon spectaculaire de 25 000 hectares à plus de 805 000 hectares en 2016 (Statistiques Canada 1961, 2016, tableau 1.1). Les pratiques culturales se modifièrent en conséquence, entraînant un accroissement des opérations de travail du sol et d'épandage de pesticides pour mener ces nouvelles cultures à bien (Statistiques Canada 1961, 2016) (tableau 1.1). Le cheptel animal évolua aussi et augmenta substantiellement pour ce

qui est des porcs et de la volaille, tandis que le nombre de vaches laitières diminua de plus de 50 % (tableau 1.2, Statistiques Canada 1961, 2016, nos calculs). Malgré un visible ralentissement de ces tendances depuis 2001, le nombre de fermes ayant même connu une légère hausse de 0,3 % entre 2020 et 2021, une première en plus de 70 ans (Morneau 2021), le territoire porte toujours les marques de ces modifications profondes de l'espace agricole induites par l'adoption du modèle de production dit conventionnel.

Tableau 1.1. Comparaison des superficies de quelques cultures et de la composition du cheptel animal entre 1961 et 2016.

Types de cultures	Superficies cultivées (ha)		Cheptel animal	Nombre de têtes	
	1961	2016		1961	2016
Fourrages et pâturages	3 280 417	880 237	Vaches laitières	1 229 312	491 948
Céréales	584 030	258 185	Bovins de boucherie	105 555	197 335
Maïs	24 605	457 828	Porcs	912 125	4 504 600
Soya	27	347 649	Volaille	13 730 973	38 560 587
Fruits et légumes	41 538	134 311	Moutons	194 665	237 623
Autres	15 588	647 242	Autres	385 698	780 314
Total	3 946 205	2 725 452	Total	16 558 328	44 772 407

Source : Statistiques Canada 1961, 2016, nos calculs.

Pendant ce temps, comment évoluait le couvert forestier? En zone agricole, le couvert forestier diminua sous la pression de l'urbanisation et de l'augmentation, dans certaines régions, des superficies en cultures, alors que dans d'autres régions ces superficies forestières augmentèrent du fait du reboisement (Jean et Dionne 2007). Globalement, par contre, la spécialisation des systèmes de production eut curieusement peu d'impact sur le couvert forestier moyen retrouvé sur les fermes. En effet, les superficies boisées situées sur les exploitations agricoles sont restées relativement stables à l'échelle québécoise, variant entre 28 et 31 % entre 1971 et 2016 selon les données des recensements qui comptabilisent cette statistique (Statistiques Canada 1971, 2001, 2016). L'étude de Drapeau et al. (2019), couvrant l'évolution du couvert forestier au cours des 25 dernières années, a même révélé

son augmentation dans la région des basses-terres du Saint-Laurent. Même à des échelles plus fines, telles que des bassins versants ou des régions, la proportion de superficies forestières semble peu changer avec le temps (Géomont 2017, Saint-Laurent et al. 2018).

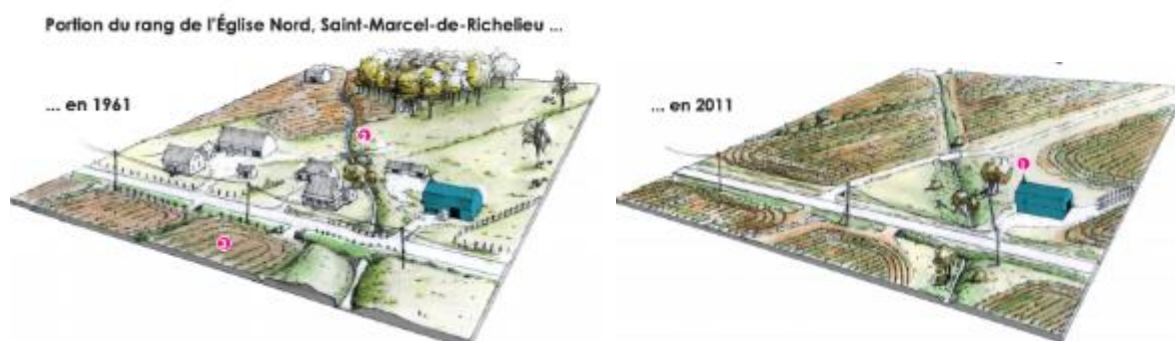
La stabilité relative des superficies cultivées et boisées à l'échelle de la zone agricole n'est cependant qu'apparente : en effet, des dynamiques très locales offrent un portrait plus diversifié de la place des arbres et des cultures à l'échelle des fermes et les territoires régionaux.

1.1.2.3. Une place dictée par les trajectoires d'évolution des paysages agricoles

L'implantation du modèle agricole conventionnel et les transformations globales des espaces agricoles et forestiers dépeints précédemment furent vécus foncièrement différemment selon les territoires, ceux-ci présentant des conditions écologiques et socioéconomiques parfois favorables et parfois défavorables à cette implantation.

Dans les zones à fort potentiel agricole et situées près des voies de communication et des centres urbains, le modèle de production dit « conventionnel » de la 2^e moitié du 20^e siècle s'implanta avec succès (Boutin 1999, Debailleul 2014, Domon et Bouchard 2007, Ruiz et al. 2012). Les fermes bénéficiaient de conditions écologiques et politiques favorables à l'adoption des nouvelles pratiques culturales proposées, les rendements étaient au rendez-vous et il devenait intéressant d'investir en agrandissant le parcellaire, en redressant les cours d'eau, en drainant les sols humides et en investissant dans un parc à machinerie qui ne pourrait être rentabilisé que si les superficies cultivées étaient agrandies (Debailleul 2014, Ruiz et Domon 2009, Morisset 2010). Les territoires dans cette situation subirent principalement une *trajectoire d'intensification agricole* (Ruiz et Domon 2005), qui eut pour effet de faire reculer, voire disparaître, les arbres des espaces cultivés (figure 1.5). Des boisés furent rasés pour agrandir les espaces en culture, les arbres en champ furent coupés pour faciliter le passage de la machinerie, et les travaux de redressement des cours d'eau nécessitèrent la coupe des arbres et arbustes sur les talus (Domon et Bouchard 2007, Ruiz et al. 2012).

Dans les zones au potentiel pédoclimatique moins favorable et éloignées des centres urbains où les entreprises de transformation alimentaire se concentraient désormais, le modèle conventionnel était plus difficile à implanter et à rentabiliser (Boutin 1999, Morisset 2010). Les investissements nécessaires à la conversion des systèmes s'avéraient trop élevés et trop risqués, et bien souvent, les champs les plus difficiles à cultiver ou offrant les moins bons rendements furent laissés en foin ou abandonnés après quelques années d'essais en grandes cultures (Laboratoire Agroforesterie et Paysages 2015, Ruiz 2009, Ruiz et al. 2012) (figure 1.6).

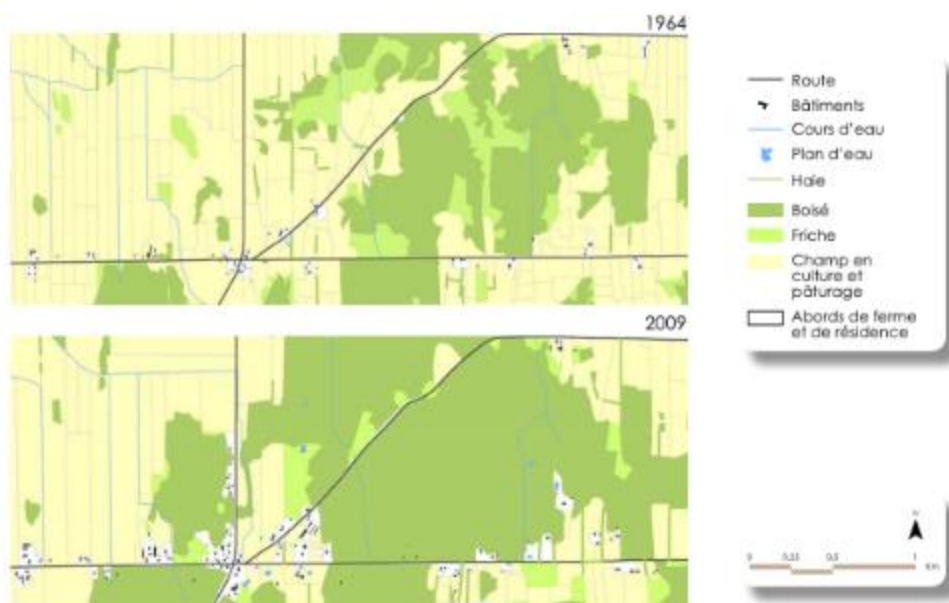


Source : Ruiz et al. 2012 :30.

Figure 1.5. Exemple de transformations paysagères fines en milieu agricole intensif à Saint-Marcel-de-Richelieu. 1.Maintien d'un bâtiment agricole patrimonial et disparition des autres bâtiments. 2.Redressement du cours d'eau, disparition des boisés et des arbres isolés et homogénéisation des cultures. 3.Disparition d'un fossé et intensification de la production (rangs plus serrés).

Le potentiel des terres y étant déjà faible, il devenait même risqué d'acheter les terres de son voisin, et les agriculteurs préférèrent abandonner l'agriculture plutôt que de s'investir dans une voie de modernisation ou d'agrandissement qui semblait incertaine (Morisset 2010). Ce mouvement vers l'abandon était d'ailleurs soutenu par des politiques et un discours de modernisation qui s'arrimaient d'ailleurs avec le mouvement déjà bien entamé de tertiarisation de l'économie (Morisset 2010). À l'échelle de ces régions, la déprise agricole fut donc palpable. Or, le phénomène se produisit aussi à des échelles plus fines encore. Domon et Bouchard (2007) et Ruiz et al. (2012) mirent entre autres ce phénomène en

évidence à l'échelle des fermes à Godmanchester et à Saint-Valérien-de-Milton (figure 1.6): les parcelles d'une même exploitation situées sur les sols les plus pauvres ou offrant trop de contraintes à la machinerie agricole étaient délaissées au profit des sols convenant davantage à la culture des céréales, du maïs et du soya.



Source : Ruiz et al. 2012 :24.

Figure 1.6. Exemple de transformation des paysages en milieu moins propice à l'implantation du modèle agroindustriel, entre 1964 et 2009, à Saint-Valérien-de-Milton.

Ce phénomène, qu'il soit régional ou à l'échelle de la ferme, conduisit au retour des friches agricoles qui, en 2008, couvraient une superficie minimum estimée de 108 700 ha à l'échelle du Québec (Voulligny et Gariépy 2008). Certaines de ces terres furent reconverties en plantations forestières monospécifiques ou ne comportant qu'un nombre limité d'essences destinées à l'industrie forestière (épinettes et autres résineux) (Laboratoire agroforesterie et paysages 2015, Voulligny et Gariépy 2008, Ruiz et al. 2012). Sur les terres cultivées des régions où cela s'avérait possible, par contre, l'adoption de cultures telles que le maïs et le soya, facilitée à travers le temps par la mise sur le marché d'hybrides et de variétés mieux

adaptées aux climats plus froids, fit aussi disparaître les arbres des champs, les repoussant aux limites des espaces cultivés.

Le tableau 1.2 présente les couverts forestiers moyens des fermes (en pourcentage) par région administrative, ainsi que les superficies moyennes en maïs et soya en 2016 (Statistiques Canada 2016). La tendance est relativement claire : les régions où les fermes sont les moins boisées sont généralement celles où les pratiques agricoles sont les plus intensives.

Tableau 1.2. Comparaison des superficies boisées et en maïs-soya par région administrative en 2016.

Région administrative	% des superficies des fermes	
	Boisés et terres humides	Maïs et soya
Montérégie	14,9	59,0
Lanaudière	18,7	41,5
Montréal-Laval	20,4	26,0
Centre-du-Québec	29,1	24,9
Outaouais	31,9	9,8
Laurentides	32,9	22,7
Québec	37,2	11,9
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	38,5	2,0
Bas-Saint-Laurent	41,8	2,6
Chaudière-Appalaches	45,8	13,0
Estrie	48,0	9,1
Abitibi-Témiscamingue et Nord-du-Québec	n.d.	1,5
Mauricie	n.d.	37,9
Saguenay-Lac-Saint-Jean et Côte-Nord	n.d.	3,72

Source : Statistiques Canada 2016, nos calculs.

Finalement, il faut souligner le rôle déterminant des politiques agricoles et forestières dans la régulation de l'ampleur de ces phénomènes. Par exemple, en territoire d'intensification, les programmes de drainage des terres rendirent possible la conversion des fermes fourragères situées sur des terres humides en fermes céréalières (Debailleul 2014). Dans les

régions plus éloignées, les programmes de stabilisation des revenus agricoles ont permis à certaines fermes, notamment dans les secteurs bovin et ovin, de bénéficier de revenus suffisants pour poursuivre leurs activités, contribuant ainsi à juguler la déprise agricole (Debailleul 2014, Morisset 2010). Les politiques forestières, en ayant, pendant des années, financé à au moins 70 % les travaux sylvicoles et de reboisement sur des terres agricoles abandonnées, ont pour leur part contribué à l'enrésinement des terres agricoles de moins bonne qualité (MFFP 2021). De plus, partout sur le territoire, l'application de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (LPTAAQ) a permis de soustraire les terres agricoles au développement industriel et à l'étalement urbain, augmentant de ce fait le capital des agriculteurs par la hausse conséquente du prix des terres et leur permettant de réaliser de plus grands investissements.

Les trajectoires d'intensification et de déprise agricole ne sont évidemment pas les seules à avoir modelé les territoires et les paysages, et ceci est d'autant plus vrai depuis les 30 dernières années. L'influence des milieux urbains (Mundler et Ruiz 2015), les reconfigurations démographiques sur les territoires, la reterritorialisation des activités agroalimentaires (Doucet 2017) et le développement de modèles agricoles s'inscrivant en faux contre le modèle conventionnel (agriculture biologique, agroécologique, etc.) (Jolin 2015, Olivier 2021) en sont quelques exemples. Cependant, les trajectoires d'intensification et de déprise demeurent à ce point visibles dans les espaces agricoles (Ruiz 2019, Ruiz et Parscerisas Benede 2017) qu'il reste encore aujourd'hui justifié d'en faire les principales dynamiques retenues dans le cadre de notre étude.

1.1.3. Des systèmes et des paysages en quête de durabilité

1.1.3.1. Des enjeux multiples et interreliés

Les systèmes et paysages agricoles et forestiers ont subi des mutations diverses, mais néanmoins importantes au cours de leurs histoires croisées, et ces évolutions ont mené à des ruptures particulièrement marquées depuis les 80 dernières années. Que l'on soit en contexte

d'intensification ou de déprise, les enjeux causés par ces bouleversements restent bien réels, quoique vécus à des intensités variables.

En ce qui concerne la qualité des sols, un rapport accablant publié en 1990⁴ par l'équipe de Tabi et al. révélait que 90 % des superficies en cultures annuelles au Québec présentaient une dégradation de leur structure, 50 % une diminution de leur taux de matière organique et 40 % un problème de compaction. Depuis, d'autres études ont révélé l'impact négatif important des pratiques agricoles intensives, et notamment de l'utilisation des pesticides, sur la vie microbienne et sur les arthropodes du sol (Babin et al. 2019, Dalpé 2003, Feld et al. 2015, Gunstone et al. 2021, Kibblewaith et al. 2008, Zhang et al. 2012). Ces phénomènes de dégradation, tout en abaissant de façon globale la fertilité des sols, rendent aussi ceux-ci plus sensibles à l'érosion, en plus de diminuer leur capacité à capter et à stocker le carbone (Dold et al. 2019), à réguler la disponibilité de l'eau, à recycler des éléments tels que l'azote et le phosphore (Bessou et al. 2010), de même qu'à limiter la propagation des maladies et ravageurs qui affectent les plantes, les animaux et les humains (Berg et al. 2017). La qualité des sols n'est pas strictement liée aux questions de rendement et de rentabilité: il s'agit d'un élément fondamental qui affecte la résilience des écosystèmes, leur santé globale et les citoyens (Tilman et al. 2002).

En matière de qualité de l'eau, les données du ministère l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) parlent d'elles-mêmes : entre 2015 et 2017, la majorité (17/22) des cours situés dans les bassins versants agricoles présentaient des indices de qualité biologique et physico-chimique (IQBP⁵) moyens variant de mauvais à très mauvais⁶ (MELCC 2020). La qualité des écosystèmes aquatiques est aussi problématique,

⁴ Le rapport de Tabi et al. (1990) est le dernier (et le seul) grand inventaire de la qualité des sols réalisé à l'échelle du Québec; le prochain, en cours de réalisation, devrait livrer ses résultats en 2022.

⁵ L'IQPB est un indice agrégé de la qualité de l'eau variant de 0 (nul) à 100 (excellent) combinant plusieurs indicateurs tels que le phosphore total, l'azote total, les nitrites et nitrates, les coliformes fécaux, les matières en suspension, la turbidité et la chlorophylle α .

⁶ ≥ 20 et < 40 = mauvais, < 20 = très mauvais.

puisqu'en plus d'être affectés par les pesticides, l'absence de végétation arborée en bordure des cours d'eau agricoles augmente les variations de température, ce qui perturbe les cycles de vie et de reproduction des espèces aquatiques (MELCC 2020, Patoine et D'auteuil-Potvin 2020). C'est tout le milieu aquatique, mais aussi la société par le biais des coûts de traitement des eaux et l'impossibilité d'y exercer des activités récréatives ou de pêche, qui en paient le prix.

La biodiversité est la clé de la résilience des écosystèmes face aux perturbations, car elle permet de maintenir des fonctions essentielles au maintien de leur intégrité et au bien-être des collectivités (Oliver et al. 2015). À l'échelle des paysages, cet enjeu est particulièrement criant dans la plaine du Saint-Laurent, puisque c'est dans cette région où le couvert forestier atteint maintenant des seuils qui, en se situant bien en-deçà du 15 à 30 % nécessaire pour la régénération naturelle, compromettent la pérennité des forêts les plus riches du Québec (Jobin et al. 2020). La fragmentation des habitats augmente pour sa part les effets de bordure (Wilcove 1985) qui limitent les déplacements des petits mammifères et de certaines espèces d'oiseaux (Bélisle et al. 2001, Jobin et al. 2003). L'utilisation des pesticides a aussi des effets délétères connus et bien documentés sur des populations d'insectes, dont les abeilles (Alburaki et al. 2017, Samson-Robert et al. 2017). Au sein des systèmes agricoles, la biodiversité est la clé de la stabilité des rendements à long terme (Tilman et al. 2002), d'une alimentation diversifiée (Frison et al. 2011, Khoury et al. 2014) et de la résilience des systèmes face aux chocs économiques et climatiques (Rotz and Fraser 2015). Malgré l'augmentation des types de cultures agricoles à l'échelle sous-régionale depuis 100 ans dans la plaine du Saint-Laurent (Renard et al. 2016), l'homogénéisation des cultures à l'échelle des fermes est, elle, sans équivoque, et a entraîné des risques accrus de maladies et d'infestations par les ravageurs, conduisant à une augmentation de l'utilisation des pesticides (Statistiques Canada 1961, 2016).

L'agriculture, bien que faiblement responsable des émissions de GES au Québec (elle produit 9,8 % du total annuel bon an mal an), contribue néanmoins au phénomène des changements climatiques qui affecte non seulement les écosystèmes, mais aussi la santé des populations et

les infrastructures, entraînant des coûts sociaux importants (MELCC 2019). En contrepartie, les systèmes agricoles du Québec sont et seront directement affectés par les perturbations du climat engendrées par les changements climatiques, qui s'exprimeront globalement, d'ici 2070, par des hausses de températures annuelles moyennes variant de 1 à 3 degrés Celsius selon les régions, par des hivers moins longs, des épisodes de gel et de dégel en-dehors des périodes normales plus fréquents, des vagues de chaleur plus intenses et plus longues (au sud du Québec) et des épisodes de pluie moins bien répartis pendant la saison de culture (Ouranos 2018). Par exemple, la hausse anticipée des températures ouvrira de nouveaux territoires à la culture du maïs et du soya, mais permettra aussi aux maladies et ravageurs jusque-là stoppés par le climat rigoureux de pénétrer le territoire vers le nord, engendrant de nouveaux défis pour les agriculteurs (Agrométéo Québec 2021, Ouranos 2018). Les épisodes de gel ou de dégel hors des normales saisonnières pourraient perturber l'aoûtement⁷ des végétaux ou compromettre la survie des espèces pérennes telles que la luzerne (Agrométéo Québec 2021, Ouranos 2018). Les bovins pourraient aussi souffrir des vagues de chaleur, et les sols être plus sensibles à l'érosion en périodes de sécheresse ou de fortes pluies (Ouranos 2015). Les changements ayant eu cours dans les pratiques agricoles au cours des 75 dernières années (diminution de la biodiversité, dégradation des sols, etc.) ont globalement fait diminuer la résilience des systèmes agricoles face à ces différentes menaces liées aux changements climatiques; cet enjeu concerne donc à la fois les systèmes et les communautés.

L'évolution des systèmes agricoles a aussi profondément modifié la structure économique des fermes (Lavertue 1984, Morrisset 2010). L'intégration progressive du système agricole québécois au système alimentaire globalisé a entraîné l'externalisation des sources d'énergie, des intrants, de la main-d'œuvre et une dépendance accrue aux institutions financières, tout en favorisant l'accroissement des ventes sur les marchés d'exportation (Morrisset 2010). Le phénomène de spécialisation rendit les fermes particulièrement sensibles aux variations des prix sur les marchés; les fermes sont donc moins résilientes face aux chocs économiques, ce

⁷ Processus physiologique par lequel les végétaux se préparent à l'hiver, enclenché par la baisse des températures et le raccourcissement des heures d'ensoleillement.

qui augmente les demandes d'aide gouvernementale (Morrisset 2010). De plus, alors qu'en 1931, 67 % des habitants des milieux ruraux canadiens habitaient sur des fermes (Bollman 2007), l'agriculture n'occupe plus que 2 % de la population rurale et ne fournit qu'environ 25 % des emplois en milieu rural (Jean 1997, Jean et Dionne 2018). Devant le poids de moins en moins grand de l'agriculture dans l'économie rurale, certains sont même allés jusqu'à accuser le secteur agricole d'être l'un des grands responsables du dépérissement de ces milieux (États généraux du monde rural 1991, Vachon et Jean 1991, Vachon 2003)⁸. Malgré l'émergence de formes de commercialisation de types circuits-courts et misant sur une consommation plus locale des produits alimentaires (Azima et Mundler 2020), la place de l'agriculture dans l'économie des régions rurales semble s'amoinrir.

En lien avec ce découplage territorial, les produits alimentaires du Québec ne composent qu'environ 20 % du panier d'épicerie des Québécois, alors que les exportations de produits agricoles, elles, ne cessent d'augmenter (Statistiques Canada 2016). Le système alimentaire québécois et sa composante de production agricole n'arrivent pas, malgré leurs techniques de pointe et leurs rendements, à enrayer l'insécurité alimentaire qui touche environ une personne sur six au Québec (Institut national de la santé publique du Québec [INSPQ] 2020).

La forêt privée a elle aussi connu de très grands bouleversements sur le plan de sa composition et de ses structures de peuplements. Avant la colonisation, on estime en effet que près de 85 % des peuplements forestiers des basses-terres du Saint-Laurent étaient des forêts de plus de 150 ans, alors qu'aujourd'hui ces forêts ne constituent plus que 1 % de ce territoire (Brassard et al. 2010, Frelich et Lorimier 1991). Le commerce international et les mouvements de biens et de personnes introduisirent aussi des maladies et des ravageurs qui mirent certaines essences en péril, telles que l'orme d'Amérique (*Ulmus americana*), l'orme liège (*Ulmus thomasii*), le pin blanc (*Pinus alba*) et, plus récemment, le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*) (Thériault 2016). De plus, les efforts de reboisement effectués sur les

⁸ Le chapitre trois offrira une nouvelle constatation de cet état de fait avec les commentaires du maire de St-Marcel-de-Richelieu à propos de la place de l'agriculture dans sa municipalité.

terres agricoles délaissées sont essentiellement axés sur la production de résineux (Gélinas 2014, Laboratoire Agroforesterie et Paysages 2015), ce qui ne contribue que faiblement à rétablir des écosystèmes typiques des domaines bioclimatiques du sud du Québec (Gélinas 2014, FPFQ 2021). À ce titre, on note que les prévisions de production de plants en pépinière au Québec pour la période 2017-2021 se chiffraient à 1,7 million de feuillus, alors que la production prévue de résineux se chiffrait à... 133 millions de plants (Carles 2016). Même en considérant les limites septentrionales de croissance des feuillus, qui justifient que leur part soit moins grande que celle des résineux dans les projections, cette part reste proportionnellement très faible. Qui plus est, les propriétaires de boisés sont de moins en moins intéressés par l'aménagement en vue de la récolte de bois et se tournent davantage vers des interventions qui visent à protéger la biodiversité ou à faciliter les activités récréatives (Côté et al. 2012). Si, d'un point de vue écologique, ce changement de cap peut s'avérer bénéfique, du point de vue de la productivité en bois, il s'agit d'une opportunité ratée, puisque la forêt privée est la plus productive (toutes proportions gardées) et la plus près des centres urbains et des marchés internationaux (MFFP 2020). Enfin, soulignons que les produits forestiers non ligneux, pourtant fort abondants et accessibles en forêt privée, sont peu valorisés en contexte québécois.

Au-delà des enjeux écologiques et économiques, les milieux ruraux sont animés par des enjeux sociaux. La santé des habitants, y compris celle des agriculteurs, est compromise par la détérioration de la qualité de l'eau, l'usage de pesticides causant des maladies dégénératives (telles que le Parkinson) (INSPQ 2020) et la détérioration de la qualité de l'air (Asselin et al. 1998). La reconfiguration démographique récente de certains milieux ruraux, mais aussi des représentations sociales liées au monde rural, couplée à des demandes sociales fortes en matière de développement durable, d'environnement et de qualité de vie (Ruiz et Domon 2005), ont engendré de nombreux conflits entre la frange agricole et certains citoyens non-agriculteurs (Parent 2001). Par exemple, au « droit de produire » qui justifie le recours à des pratiques qui provoquent poussières, pollution diffuse, odeurs et bruits (UPA Montérégie 2021), s'oppose un discours, notamment porté par le courant ruraliste, qui dépeint le milieu rural comme un milieu de tranquillité et de villégiature (Morrisset 2010). Entre les deux, des

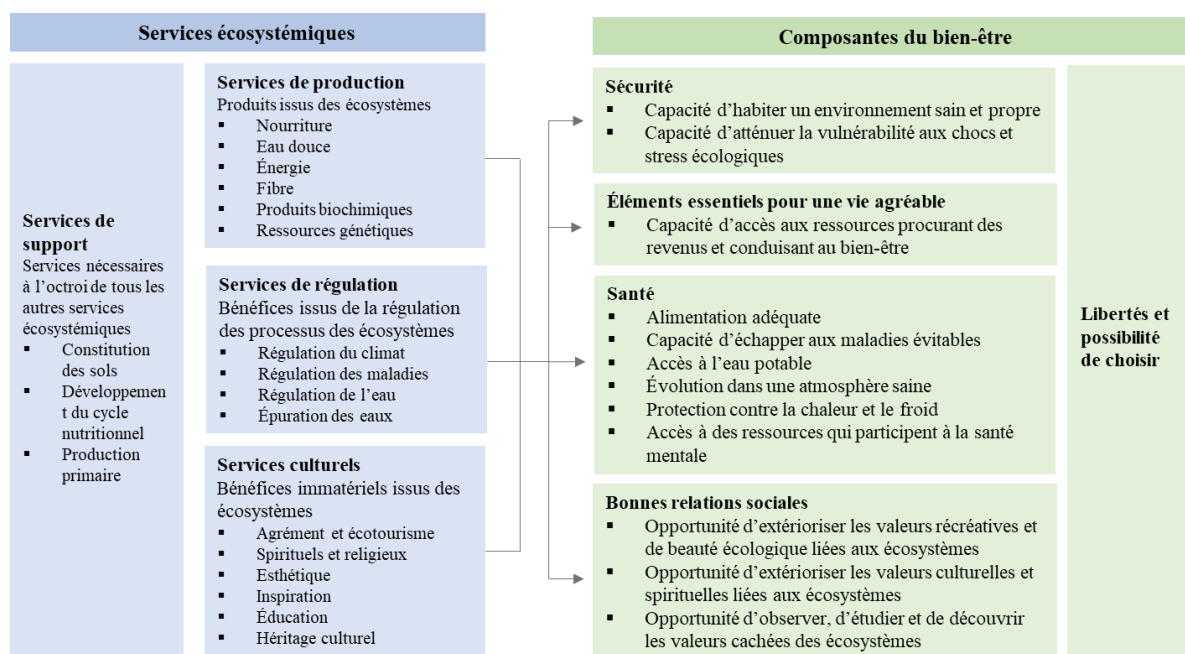
citoyens de longue date réclament simplement le droit d'étendre leur linge sur la corde sans craindre qu'il ne soit imprégné de l'odeur du purin, et des promoteurs immobiliers, des industries et des municipalités en quête de revenus fonciers tentent d'agrandir le périmètre urbain en grugeant des hectares à la zone agricole. Les modes d'usage des terres sont donc des sources de conflits dans ces milieux.

L'appréciation des paysages par les habitants des milieux ruraux est aussi révélatrice de ces attentes divergentes envers les espaces agricoles (Tessier et al. 2009). Burton (2012) et Benson (2008), entre autres, l'ont montré dans plusieurs de leurs études : les agriculteurs fondent leur appréciation des paysages agricoles sur leurs connaissances des pratiques agricoles et sur leur conception de la performance agronomique et économique. Par exemple, chez les agriculteurs ayant adopté le modèle de production conventionnel, ces appréciations paysagères se démarquent de l'esthétique prônée par les résidents non-agriculteurs, en accordant une valeur particulière aux lignes droites, aux champs qui « se travaillent bien » (exempts d'obstacles), à l'homogénéité de la croissance et à l'absence de mauvaises herbes (Burton 2012). D'autres groupes d'agriculteurs, pour leur part, préfèrent des systèmes où la biodiversité et une moins grande homogénéité sont visibles (Louah et al. 2017). Les résidents, en revanche, montrent des appréciations paysagères divergentes selon leur appartenance à certains groupes, leur âge, leurs habitudes et leurs valeurs. Alors que certains préfèrent les paysages dégagés et agricoles, d'autres préfèrent les espaces boisés et plus « naturels » (Ruiz et al. 2015). Les milieux ruraux sont ainsi habités par différentes *communautés d'appartenance aux paysages* se distinguant par des appréciations différenciées (Ruiz et al. 2015, Opdam 2007).

1.1.3.2. Des milieux en quête de bien-être durable

Les enjeux évoqués dans la section précédente, fortement imbriqués les uns aux autres mais aussi dépendants de dynamiques sociales, économiques et écologiques plus globales, minent la résilience économique et sociale des collectivités rurales (Costanza et al. 2017, ÉÉM 2005) et ont des effets notables sur la capacité des écosystèmes à fournir les services

écosystémiques nécessaires au bien-être des humains qui habitent ces milieux (figure 1.7). Selon le cadre proposé par les scientifiques ayant procédé à l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005) et présenté à la figure 1.7, les services écosystémiques, qu'il s'agisse des services de provision (nourriture, énergie, fibres), de régulation (recyclage des nutriments, cycle de l'eau, etc.), de support (formation des sols, etc.) ou culturels (esthétique, récréation, dimension spirituelle, appartenance, etc.)⁹, soutiennent la santé, la sécurité, assurent de relations humaines et l'accès aux ressources qui, ensemble, contribuent au bien-être des individus et des collectivités (Costanza et al. 2017, Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire [ÉÉM] 2005).



Adapté de : Groupe de travail sur le cadre conceptuel de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire 2003 :11.

Figure 1.7. Cadre conceptuel des services écosystémiques et leur lien avec le bien-être des collectivités humaines.

⁹ D'autres classifications des services écosystémiques existent, telles que celle proposée par le TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) et celle, plus récente, du CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*). Voir Costanza et al. (2017).

Au final, l'incapacité des systèmes agricoles, mais aussi forestiers, à fournir l'ensemble de ces services à des niveaux suffisants en raison de la dégradation des sols, de l'eau, de la biodiversité et des changements climatiques, et de l'interaction de ces enjeux avec les enjeux économiques et sociaux mentionnés précédemment, limite l'atteinte d'un bien-être individuel et collectif qui soit réellement durable.

Nous avons ici choisi de nous référer à la notion de « bien-être durable » à dessein. En effet, le « développement durable » (Brundtland 1987) étant une notion particulièrement galvaudée et critiquée, et croyant fermement que le développement ne peut se poursuivre indéfiniment en raison des limites planétaires, nous lui préférons la notion de « bien-être », qui nous semble plus porteuse et moins orientée vers la croissance économique (quoique les deux ne soient évidemment pas toujours incompatibles). Le bien-être est une notion difficile à circonscrire, puisqu'elle fait appel tant à des notions objectives (état de santé, ressources disponibles pour répondre à ses besoins, etc.) que subjectives (sentiment de compétence, confiance en soi, appréciation des relations interpersonnelles, etc.) et qu'elle peut différer d'une culture et d'une époque à l'autre (Clark 2014, Organisation mondiale de la santé [OMS] 2018). Le cadre des services écosystémiques se garde d'ailleurs d'en donner une définition précise, se contentant d'en décliner certaines composantes : la sécurité, l'accès aux ressources permettant de mener une vie agréable, la santé et les bonnes relations sociales (figure 1.7). L'OMS, pour sa part, définit le bien-être comme étant en lien étroit avec la santé, mais reconnaît qu'il s'agit d'un état qui va bien au-delà de l'absence de maladies (OMS 2018).

En ligne avec la conception du bien-être qui semble se dégager de ce cadre et selon les dimensions généralement retrouvées dans les autres définitions (Clark 2014), nous retenons que le bien-être comprend quatre dimensions principales : la dimension matérielle (les revenus, les ressources, etc.), la santé, la dimension relationnelle (incluant les processus politiques et sociaux permettant aux individus et collectivités d'atteindre leurs buts, ce qui rejoint la notion de sécurité) et la dimension subjective (la perception du bien-être et les normes socioculturelles qui les influencent). De plus, la dimension temporelle, donc durable, de ce bien-être, est maintenant identifiée comme une composante importante à intégrer à la

définition du bien-être (OMS 2018, Biedenweg et Gross-Camp 2018). Le bien-être se doit également d'être considéré dans sa dimension collective, et non seulement individuelle. À la manière de la santé des populations qui ne peut simplement s'agréger à partir de l'état de santé individuel de chacun des individus, le bien-être est aussi une question collective qui doit être réfléchi non pas dans une optique de maximisation individuelle, mais bien d'optimisation à l'échelle des collectivités (Clark 2014, Rogers 2010). Finalement, le bien-être ne pourra être durable que si les activités qui y mènent assurent aussi le maintien des services rendus par les écosystèmes. Le bien-être humain est donc indissociable de la santé des écosystèmes. Ainsi, nous adoptons la définition de bien-être durable proposée par Ronen et Kerret (2020: 6968): « *Sustainable wellbeing is achieved when improving individual wellbeing is correlated with improving the wellbeing of other members of society and the natural environment* ».

Par extension, nous définissons les paysages durables comme des paysages qui procurent des services écosystémiques qui conduisent les populations à un bien-être individuel et collectif qui perdure dans le temps et qui permette aussi de préserver ou de restaurer l'environnement. Si cette notion de « paysage durable » peut être contestée (Yengue, comm. pers.), notamment en posant que le paysage ne peut être durable, mais que seules ses composantes tangibles (les pratiques, l'aménagement, le territoire, etc.) le peuvent, nous pensons au contraire que la manière dont le paysage est *perçu* est aussi une composante importante de la durabilité, puisque ce sont ces perceptions qui influenceront, via l'intervention humaine, l'évolution des pratiques, des aménagements, etc. qui, au final, influenceront le fonctionnement des écosystèmes et le bien-être. Par exemple, une perception négative des marais ou des tourbières pourrait mener à leur destruction, alors que ces écosystèmes participent pourtant à la provision de services essentiels au bien-être (filtration de l'eau, préservation d'espèces, etc.). De la même manière, la perception négative qu'avait le milieu agricole des paysages créés par ces agriculteurs qui refusaient d'embrasser les pratiques liées à l'application du modèle de production conventionnel a nui à la conservation de pratiques et de savoirs basés sur d'autres principes (diversité des cultures, utilisation de fumier, animaux laissés au pâturage, etc.), pratiques que l'on juge, aujourd'hui, à l'avant-garde des pratiques agricoles

durables. La notion de paysages durables va ainsi plus loin que celle de territoires ou de pratiques durables, en ce qu'elle pose que la *perception* qu'ont les individus importe aussi dans l'appréciation de la durabilité.

1.1.3.2. Vers des systèmes et des paysages multifonctionnels et durables

À l'aune de ces multiples défis, certains modèles alternatifs de gestion des systèmes forestiers et agricoles émergent afin de conjuguer autrement les éléments de l'espace pour assurer la provision de multiples services et fonctions. En foresterie, les forêts communautaires, les initiatives de valorisation des produits forestiers non ligneux (tels que les champignons et les huiles essentielles), ainsi que des modes de gestion des boisés privés qui misent sur la valorisation de la faune et de la flore témoignent de ce désir de transformer les relations entre l'humain et son territoire et de mieux valoriser l'ensemble de l'écosystème forestier (FPFQ 2021, Ruel s.d.). En agriculture aussi, les modèles s'inscrivant soit en rupture, plus ou moins radicale, avec le modèle dominant (permaculture, agriculture d'autosubsistance), soit dans une volonté de participer à la transition des systèmes agricoles « conventionnels » vers des systèmes plus agroécologiques¹⁰ (Olivier 2021), paysans (Union paysanne 2021) ou territorialisés (Boulianne et Bissardon 2016, Doucet 2017, Parent 2016, Rastoin 2015), sont non seulement de plus en plus visibles, mais aussi de plus en plus soutenus par la société.

À la base de ces revendications et de ces changements se trouve notamment le désir de (re)trouver, au sein des espaces agricoles et forestiers, une plus grande multifonctionnalité (Fischer 2018, Song et al. 2020, Tessier et al. 2009). Appliquée à l'agriculture, la multifonctionnalité se définit comme le caractère d'une activité dont les fonctions sont plurielles, et généralement associées aux sphères de l'économie, du développement social et de l'environnement (Mundler et Ruiz 2015, OCDE 2001). Si, dans cette approche qualifiée de « positive », la multifonctionnalité peut être considérée comme une caractéristique

¹⁰ L'explosion du nombre de fermes ayant effectué une transition vers l'agriculture biologique au Québec, présentée en début de chapitre, en est un exemple.

intrinsèque des systèmes agricoles en ce qu'ils participent à la fois à la production de biens et services écologiques, sociaux et économiques en plus de produire des denrées alimentaires, elle peut aussi être entendue autrement, soit comme un objectif à atteindre, voire un projet politique (Laurent 1999, OCDE 2001). Cette dernière position, qualifiée de « normative », définit la multifonctionnalité comme l'ensemble des contributions de l'agriculture au développement socioéconomique des milieux ruraux, perçus dans leur unité (Laurent 1999). Vu de cette manière, le concept implique de « transformer l'agriculture afin qu'elle réponde mieux à cet ensemble de fonctions dans leur diversité » (Mundler et Ruiz 2015 :9). La multifonctionnalité de l'agriculture est aussi garante, dans une certaine mesure, de sa durabilité et du bien-être des collectivités, puisqu'elle implique un équilibre entre les fonctions économiques, écologiques et sociales retrouvées au cœur du système, dans le respect des limites écosystémiques.

Or, si construire des systèmes agricoles et forestiers multifonctionnels est une clé pour la durabilité, cette construction n'est pas suffisante en elle-même pour garantir, à plus large échelle, le bien-être des collectivités rurales. En effet, il faut pour cela sortir du système de production et adopter une perspective qui aille au-delà, en liant ces systèmes aux paysages¹¹ et, incidemment, au territoire qui les accueille (Ambroise 2006, Benoit et al. 2012, Thimon et Deffontaines 2001). En effet, malgré des avancées notoires dans le domaine de l'agroenvironnement et de la gestion des écosystèmes forestiers, une approche classique (qu'elle soit agronomique ou forestière) basée sur un accompagnement des producteurs privés à l'échelle de leur système de production ne peut assurer ni la nécessaire coordination des actions, ni l'optimisation des services écologiques et des multiples fonctions de ces systèmes pour répondre efficacement aux enjeux des milieux (Benoit et al. 2012, Deffontaines 2003, White et al. 2002). Ainsi, à l'instar de ce que propose l'agronomie de paysage (Deffontaines 2003, Benoit et al. 2012), la refonte, dans une perspective multifonctionnelle et territoriale, des systèmes agricoles et, par extension, des systèmes

¹¹ Nous reviendrons évidemment sur cette notion centrale plus en détail au chapitre 2. Pour l'instant, le paysage peut être compris dans sa forme la plus intuitive, soit en tant que « portion de territoire qui se prête à la vue ».

forestiers, doit s'inscrire dans un projet plus large, le projet de paysage (Naveh 2001), et doit ainsi inclure plusieurs acteurs provenant de différents horizons.

N'échappant pas aux courants de fond qui traversent les réflexions occidentales contemporaines sur les modes d'utilisation des ressources et des terres dans une perspective à long terme, ni aux initiatives et discours entourant l'atteinte des Objectifs de développement durable (Organisation des Nations unies [ONU] 2015), les paysages sont aussi investis depuis quelques années du concept de durabilité (Bürgi et al. 2004, Plieninger et al. 2020, Sayer et al. 2013). La notion de paysages durables, apparue au tournant du troisième millénaire, peut être définie ainsi :

Sustainable landscapes are responsive to the environment, re-generative, and can actively contribute to the development of healthy communities. Sustainable landscapes sequester carbon, clean the air and water, increase energy efficiency, restore habitats, and create value through significant economic, social and environmental benefits” (International Association of Landscape Ecology [IALE] 2021).

Cette définition des paysages durables est très près de celle des systèmes agricoles durables, définis par la société américaine d'agronomie (1989), comme « *one that, over the long term, enhances environmental quality and the resource base on which agriculture depends, provides for basic human food and fiber needs, is economically viable, and enhances the quality of life for farmers and society as a whole* ». Cet exemple démontre ainsi les liens sans équivoque entre systèmes et paysages agricoles et, par extension, entre ces différents ancrages géographiques, et peut tout aussi bien s'appliquer aux systèmes forestiers. On remarque aussi le lien entre ces définitions et la définition de bien-être durable précédemment citée (Ronen et Kerret 2020).

Les systèmes agricoles et les paysages étant intimement liés, ils s'influencent mutuellement à travers des réseaux de relations fort complexes et intriquées liant à la fois leurs dimensions écologiques et sociales (Arts et al. 2017, Tress et Tress 2001). Ainsi, si les initiatives visant à accroître la durabilité des systèmes agricoles et forestiers dans une perspective de bien-être collectif (en passant notamment par une plus grande multifonctionnalité) se doivent d'être

optimales, elles doivent s'inscrire dans une perspective qui permette à la fois d'améliorer les paysages et de s'avérer cohérentes avec ces mêmes dimensions (Arts et al. 2017, Naveh 2000, Plieninger et al. 2020).

Cette perspective d'influence mutuelle des systèmes agricoles et des paysages est bien comprise, et d'ailleurs souvent évoquée pour rappeler le besoin d'internaliser les biens publics générés par les activités agricoles et mal rémunérées par les marchés (OCDE 2001). La prise en compte de la perspective sociale, elle, pourtant tout aussi importante, est moins souvent mise de l'avant. Or, tout comme on ne plante pas un arbre dans un sol qui ne lui convient pas, pas plus qu'on ne sème du maïs en pleine terre au nord du 55^e parallèle, on ne fait pas naître n'importe quel système innovant dans n'importe quel terreau social. En effet, ce système agricole doit pouvoir coller aux dimensions sociales du paysage qui l'accueille. Comme le soulignait Deffontaines, « l'usager du paysage, quel que soit l'usage, est confronté aux objets visibles résultant de l'activité agricole et inscrite de façon plus ou moins durable dans le territoire. Devant un paysage agricole, l'usager est face à une véritable vitrine de la profession agricole. [...] Le territoire agricole, visible par tous, a le caractère d'un espace public » (Deffontaines 2004 :304).

En regard de ces éléments, il convient donc de statuer que **la construction de paysages durables passe notamment par la construction de systèmes agricoles et forestiers qui, à l'échelle des paysages, s'avèrent cohérents avec les forces écologiques et sociales qui modulent ces paysages.** En tant que systèmes innovants, les SAI peuvent-ils contribuer à la construction de paysages durables? La prochaine section apporte quelques éléments de réponse tout en faisant ressortir les éléments qui restent encore à investiguer pour répondre à la question.

1.2. Les systèmes agroforestiers intercalaires dans les paysages

1.2.1. L'agroforesterie, des paysages aux parcelles

L'agroforesterie désigne relativement simplement l'« agriculture avec des arbres » (WAC [World Agroforestry Centre] 2020). Plus spécifiquement, un système agroforestier se définit par l'association délibérée de composantes agricoles (cultures, élevages) et ligneuses (arbres, arbustes) au sein de systèmes de production, que cette association soit simultanée ou décalée dans le temps, ou qu'elle s'étende sur quelques mètres carrés ou à l'échelle des paysages (Nair 1994). Ainsi, le spectre des systèmes agroforestiers est très large, passant de systèmes déployés en milieu forestier sur des centaines de kilomètres carrés (agroforêts indonésiennes) à des systèmes où les espèces ligneuses sont réintroduites de façon parcimonieuse et calculée au sein de sous-parcelles intensivement cultivées (haies brise-vent et bandes-riveraines), en passant par les jardins de case, les parcs agroforestiers sahéliens ou méditerranéens et les systèmes agrosylvopastoraux de l'Afrique de l'Est et des Grands Lacs, notamment (Nair et al. 1994, Torquebiau 2007).

Au Québec, comme dans plusieurs pays occidentaux, le concept d'agroforesterie est appliqué à l'échelle des parcelles agricoles (Anel et al. 2017, CRAAQ 2011, Dupraz et Liagre 2012, Garrett et al. 2009) : il désigne, la plupart du temps, l'association des arbres et des cultures (et parfois aussi des animaux d'élevage) au sein des mêmes parcelles (CRAAQ 2011). La précision est ici importante, car la géographie utilise la dénomination de « paysages agroforestiers » pour désigner les mosaïques créées par les massifs forestiers et les espaces cultivés. Or, pour les « agroforestiers » du Québec, ces paysages agroforestiers ne sont pas considérés comme des systèmes agroforestiers^{12,13}. Qui plus est, l'agroforesterie s'est développée au Québec dans une perspective résolument agricole : il s'agissait d'abord et avant tout de réintroduire l'arbre dans ce milieu pour maintenir la production agricole et améliorer la qualité globale de l'environnement (Anel et al. 2017, Laroche et Olivier 2015,

¹² En d'autres lieux, par contre, et puisque l'étendue géographique des systèmes mis en place l'impose, l'agroforesterie est aussi considérée à l'échelle des paysages.

¹³ La distinction entre systèmes et paysages sera d'ailleurs un élément important de notre cadre conceptuel présenté au chapitre 2.

Hotelier-Rous et al. 2021). Dans la foulée de cet ancrage historique et spatial, notre thèse délaissera donc le côté « forestier » pour se limiter à l'étude des SAI dans les espaces cultivés ou récemment laissés sans cultures (les friches agricoles).

Les premières initiatives agroforestières au Québec remonteraient aux années 1980, avec l'instauration de programmes visant l'atténuation des vents par l'implantation de haies en bordure des champs affectés par l'érosion éolienne (Thevathasan et al. 2012). Plus tard, les bandes riveraines arborées furent promues au Québec comme systèmes permettant de capter la pollution d'origine agricole aux abords des cours d'eau avant que celle-ci ne les atteigne (Thevathasan et al. 2012). Dans les deux cas, les systèmes agroforestiers proposaient d'implanter les arbres à la marge des parcelles agricoles. Ces initiatives arrivèrent tardivement par rapport à d'autres régions du Canada, dont les Prairies, où les effets de l'impressionnant *dustbowl*¹⁴ des années 1930 menèrent les autorités canadiennes à mettre sur pied un programme de plantation de haies brise-vent dès les années 1940 (Colpritts et al. 2016, Jones et David 2002, Marchildon et Gregory 2009). En 2004, à l'initiative de chercheurs inspirés par les systèmes conservés par des agriculteurs français ayant tenu tête au modèle agricole conventionnel, et remis à l'honneur par les travaux précurseurs de Christian Dupraz, des chercheurs québécois implantèrent au Québec des systèmes agroforestiers qui détonnent par leur agencement spatial : les SAI (Rivest et al. 2010). C'est à ces systèmes particulièrement innovants et multifonctionnels que nous nous intéressons dans le cadre de la thèse.

1.2.2. Des systèmes inédits aux multiples possibilités

Les SAI sont définis de manières différentes selon les contextes d'application et la perspective employée pour les distinguer des autres systèmes agroforestiers. Or, que l'on adopte une typologie basée sur l'agencement spatial des arbres et des cultures (*United States Department of Agriculture [USDA] 2011, Association for Temperate Agroforestry [AFTA]*

¹⁴ Énorme tempête de poussière accompagnée d'autres catastrophes (sécheresse, infestation d'insectes) causée par la combinaison de temps particulièrement sec, de sols à nu et de grands vents.

2013) ou sur les fonctions principales de ces systèmes (Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec [CRAAQ] 2011), ils se définissent comme des systèmes agroforestiers impliquant l'introduction, au sein de parcelles cultivées, d'espèces ligneuses disposées en rangées largement espacées (figure 1.8).

Les SAI, en proposant d'introduire les arbres *au cœur*, et non *à la marge* des parcelles agricoles, se distinguent nettement des haies brise-vent et des bandes riveraines arborées majoritairement retrouvées sur le territoire québécois qui confinent les arbres à la limite des espaces cultivés (Anel et al. 2017). Sur le plan sociohistorique, on le constate, ces systèmes proposent une innovation sans précédent qui bouscule les manières de faire mises en place depuis les débuts de la colonisation en introduisant des arbres (potentiellement destinés à être coupés ou à être valorisés d'un point de vue forestier) sur des parcelles qui conservent leur vocation agricole.



Photo : Yanick Rose.

Figure 1.8. Système de cultures intercalaires associant maïs et arbres feuillus âgés de six ans à Baie-du-Febvre.

De manière générale, en contexte tempéré, un SAI associe des arbres feuillus à des cultures céréalières ou fourragères et implique une densité d'arbres variant entre 60 et 300 tiges à l'hectare, bien qu'aujourd'hui la tendance soit à l'implantation de systèmes à faibles densités de feuillus (Alam et al. 2014, Laboratoire rural Agroforesterie et paysages 2015, Rivest et al. 2018). À titre comparatif, les normes d'aménagement des forêts privées exigent des plantations forestières qu'elles maintiennent une densité minimale d'environ 1 000 plants par hectare (Gélinas 2018). Les espèces ligneuses intégrées au sein des systèmes du Québec sont variées : aux espèces à croissance rapide telles que les peupliers hybrides (*Populus* ssp.) s'entremêlent des espèces à croissance plus lente comme les chênes (*Quercus rubra*, *Quercus macrocarpa*), les érables (*Acer saccharum*, *Acer saccharinum*, *Acer rubrum*) les noyers (*Juglans nigra*, *Juglans cinerea*), les tilleuls (*Tilia americana*) et les cerisiers tardifs (*Prunus serotina*), en plus de quelques espèces d'arbustes telles que l'aronia noire (*Aronia melanocarpa*), les noisetiers (*Corylus* sp.), le sureau (*Sambucus canadensis*) et la viorne trilobée (*Viburnum trilobum*). Les arbres fruitiers peuvent également y être intégrés, même si cette avenue reste peu explorée en contexte québécois. Les cultures agricoles associées sont le plus souvent des cultures céréalières (blé, maïs, orge, sarrasin), des plantes oléagineuses (canola, soya) et des plantes fourragères¹⁵.

Les possibilités d'aménagement des SAI sont nombreuses, et dépendent principalement des objectifs des propriétaires qui les mettent en place (production sylvicole, production de noix ou de fruits, production agricole, etc.), des conditions biophysiques prévalant sur le site (sol, luminosité, climat, drainage, etc.), des contraintes liées aux activités agricoles et forestières, des politiques en place, de la disponibilité des plants en pépinière et des conditions de marché (Rivest et al. 2010).

¹⁵ Le développement de l'agroforesterie au Québec n'a, jusqu'à maintenant, que peu porté son attention sur les cultivars et les hybrides agricoles qui pourraient être les plus productifs dans ces systèmes; ceci constitue certainement une voie de recherche pour le futur.

Malgré leur intégration relativement récente dans les systèmes de production agricole du Québec, on retrouve les SAI tant dans des régions où l'agriculture est plus marginale et moins favorisée par les conditions bioclimatiques (Haute-Mauricie, Gaspésie) que dans des régions où les conditions facilitent la pratique d'une agriculture hautement intensive (Montérégie, Centre-du-Québec, Lanaudière) (CRAAQ 2020, Laboratoire rural Agroforesterie et paysages 2015, Rivest 2009, Rivest et al. 2018). On compterait aujourd'hui environ 100 à 150 ha aménagés en SAI répartis sur 10 à 15 sites sur l'ensemble du territoire (Anel et al. 2017). Les SAI passent donc encore largement inaperçus sur les 3,7 millions d'hectares de la zone agricole. Ils font aussi figure de systèmes marginaux lorsqu'ils sont comparés aux haies brise-vent et aux bandes riveraines qui couvrent une longueur estimée à environ 10 000 km aux abords des champs et des cours d'eau en milieu rural (Thevathasan et al. 2012).

1.2.3. Des systèmes innovants pour construire des paysages durables

Les systèmes de cultures intercalaires possèdent des caractéristiques intrinsèques qui en font des alternatives potentielles aux aménagements agricoles et forestiers actuellement les plus répandus au Québec. En effet, l'agencement des arbres et des cultures qu'ils proposent pourrait représenter une voie intéressante pour faire face aux différents enjeux vécus dans les régions rurales. Si certains de ces bénéfices sont de mieux en mieux documentés, d'autres restent néanmoins à creuser ¹⁶.

1.2.3.1. Des bénéfices écologiques et économiques de plus en plus clairs

À l'échelle des parcelles agricoles, les SAI ont démontré un effet positif sur la santé globale des sols en augmentant leur fertilité par le prélèvement des minéraux et éléments nutritifs dans les couches les plus profondes du sol puis leur restitution, via la litière et le retournement racinaire, à la surface (Thevathasan et Gordon 2004, Baah-Acheamfour et al. 2014), leur porosité (Udawatta et al. 2008) et leur teneur en matière organique (Bambrick et al. 2010,

¹⁶ Une revue de littérature plus complète à ce sujet est présentée, sous forme de tableau synthétique, au chapitre 6.

Rivest et al. 2013). Sur ce dernier point, l'étude de Bambrick et al. (2011) menée au Québec et en Ontario a montré un effet à long terme des systèmes agroforestiers sur la teneur en carbone organique des sols, cette teneur étant de 12 % supérieure dans les SAI âgés de plus de 20 ans que dans des systèmes agricoles sans arbres. L'ajout de rangées d'arbres dans les systèmes agricoles a aussi un effet sur la vie du sol en augmentant les populations de lombrics (Price et Gordon 1999) ainsi que la biodiversité et la résilience des communautés microbiennes et mycorhiziennes (Bainard et al. 2011, Chiffлот et al. 2009, Lacombe et al. 2009, Rivest et al. 2013), bien que leur distribution dans le sol puisse varier d'une espèce à l'autre et selon la distance par rapport à la rangée d'arbres (Rivest et al. 2020). Par exemple, Chiffлот et al. (2009) ont démontré, en étudiant les mycorhizes, que leur diversité était plus grande près des peupliers associés au soya en système agroforestier, alors que Rivest et al. (2020) ont mis en évidence que ces espèces semblaient plus diversifiées à 8 m de la rangée d'arbres dans différentes associations d'arbres et de cultures. Les SAI intégrant des espèces feuillues auraient aussi un effet protecteur sur les sols en leur apportant une litière qui les protège de l'érosion éolienne et hydrique, de même que de la dessiccation en période de sécheresse (Rivest et al. 2010). Ces effets combinés pourraient se traduire par une augmentation de la fertilité naturelle du sol et d'une diminution conséquente des besoins en fertilisants de synthèse, de même que par une réduction des poussières soulevées lors du travail du sol.

Les SAI ont aussi le potentiel de protéger les cours d'eau présents en milieu agricole en limitant l'érosion des sols et en freinant le lessivage des éléments fertilisants (Udawatta et al. 2010). Une étude réalisée au Québec a aussi démontré que la présence dans les champs de rangées de peupliers hybrides âgés de seulement 5 à 8 ans pouvait entraîner une diminution de la quantité de nitrates lixiviés dans les sols puis déversés dans les cours d'eau de l'ordre de 30 à 227 kg N ha⁻¹ an⁻¹ comparativement aux quantités issues des parcelles agricoles sans arbres (Bergeron et al. 2011). Cette réduction était cependant plus importante dans les sols loameux que sableux et lors des saisons de croissance où les précipitations étaient plus abondantes (Bergeron et al. 2011). En Ontario, des chercheurs ont mesuré une concentration plus faible de bactéries pathogènes (*E. coli*) dans l'eau prélevée à proximité des SAI qu'à

proximité des champs sans arbres (Dougherty et al. 2009). Les racines des arbres, plus profondes, plus nombreuses et promotrices d'une vie microbienne plus active dans les sols, créeraient un filet de sécurité sous les racines des plantes agricoles, ce qui ralentirait la course des éléments fertilisants et pathogènes vers les cours d'eau et faciliterait leur dégradation, leur prélèvement par les racines ou les microorganismes ou leur immobilisation dans le sol (Dupraz et Liagre 2011). Ces effets sur les écosystèmes aquatiques à l'échelle des paysages seraient donc importants, surtout dans les bassins versants où la qualité de l'eau est directement affectée par les activités agricoles (MELCC 2020).

Les SAI ont un effet bénéfique sur la biodiversité tant à l'échelle parcellaire que territoriale. Nous avons déjà évoqué les effets bénéfiques des SAI sur la diversité des microorganismes et de la vie du sol (arthropodes, communautés fongiques, etc.) (Chiffot et al. 2009). Plusieurs études menées en Ontario et au Québec ont montré que les espèces végétales (Boutin et al. 2003), les espèces d'oiseaux (Williams et al. 1995, Gibbs et al. 2016) et les espèces d'insectes auxiliaires des cultures (Thevathasan et Gordon 2004, Thevathasan et al. 2012) sont plus diversifiées et plus abondantes au sein des SAI que dans les parcelles agricoles adjacentes. La biodiversité à l'échelle des paysages est aussi accrue par l'implantation de ces systèmes en ce que ceux-ci intègrent des espèces forestières qui ne se retrouvent pas habituellement dans les espaces agricoles et qu'ils peuvent favoriser la reproduction et la dispersion de semences d'espèces ligneuses dont la régénération est menacée en milieu forestier. Dans le cas où les rangées d'arbres sont disposées parallèlement aux cours d'eau bordant la parcelle, celles-ci peuvent avoir des effets s'apparentant à ceux des bandes riveraines, en créant par exemple de l'ombrage sur le cours d'eau et en favorisant l'établissement d'une faune et d'une flore plus diversifiée (Deschênes et al. 2003, Fortier et al. 2013).

De plus, dans des régions où la matrice forestière est dégradée et les îlots forestiers isolés, les SAI pourraient significativement contribuer à augmenter la biodiversité faunique et floristique en améliorant la connectivité des îlots (Gonzalez et al. 2018) et en facilitant conséquemment la migration de la faune (Bélisle et al. 2001). L'équipe de Dupras (et al. 2020) a d'ailleurs démontré que des aménagements agroforestiers linéaires dispersés sur le

territoire de la Montérégie et ayant des largeurs réduites contribuaient à la migration de certains mammifères entre des îlots boisés tels que le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), le raton laveur (*Procyon lotor*), le coyote (*Canis latrans*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le lapin à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*), la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*) et l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*). Les travaux de Bélisle et al. (2001) et de Desrochers et Bélisle (2007) au Québec ont montré que des arbres en rangées isolées pouvaient aussi faciliter les déplacements des oiseaux tels que les mésanges à tête noire (*Poecile atricapilla*) et des parulines couronnées (*Seiurus aurocapilla*), et que la fragmentation des habitats nuisait considérablement à leurs déplacements. Les aménagements agroforestiers intercalaires peuvent aussi contribuer à la biodiversité floristique en intégrant délibérément des essences ligneuses semencières plus rares dans certains écosystèmes forestiers.

À l'échelle globale, un des apports les plus marqués des SAI est leur participation à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ces changements. L'ajout d'arbres sur les surfaces cultivées permet de séquestrer du carbone dans les parties aériennes et souterraines des arbres de même que dans le sol et ainsi de réduire les concentrations de CO₂ atmosphérique de façon significativement plus importante que les systèmes agricoles conventionnels (Peichl et al. 2006, Rivest et al. 2013, Winans et al. 2014). L'introduction d'arbres limite aussi les émissions de N₂O liées au travail du sol (Beaudette et al. 2010, Thevathasan et al. 2012). Les résultats de la méta-analyse de Shi et al. (2018), portant sur plus de 427 études à travers le monde et couvrant quatre types de systèmes agroforestiers, vont aussi dans ce sens : les SAI en contexte tempéré permettent, globalement, d'augmenter légèrement (d'environ 5 %) les stocks de carbone à la surface et dans les sols, et ce même si les densités d'arbres à l'hectare sont très faibles. De même, l'étude de Cuellar et al. (2017) réalisée à Saint-Paulin a permis d'établir que les émissions de CO₂ et de N₂O provenant des sols étaient plus faibles en SAI sous régie biologique que dans un témoin (aussi sous régie biologique) sans arbre.

Aux bénéfices écologiques des SAI s'ajoutent des effets potentiellement positifs, ou à tout le moins stabilisants, sur les rendements. En termes de production à l'hectare, certaines études réalisées au Québec tendent à démontrer que les rendements agricoles seraient stabilisés au fil des saisons de croissance par la présence des arbres, notamment en période de stress hydrique (Nasieski et al. 2015, Olivier et al. 2013, Rivest et al. 2013, Rivest et al. 2020). De plus, selon la configuration du système et la densité d'arbres à l'hectare, il serait envisageable de maintenir une productivité agricole équivalente aux systèmes conventionnels pendant au moins la moitié de la vie des arbres (Dupraz et Liagre 2011).

En ce qui a trait aux rendements en bois, ceux-ci seraient similaires ou même supérieurs à ceux observés dans des plantations forestières de même densité, les arbres bénéficiant en outre d'un environnement moins compétitif et de la présence des cultures qui peuvent contribuer significativement à l'apport en azote des arbres (Rivest et al. 2010). Cependant, la croissance est fortement dépendante de l'espèce, du site et du type de plant utilisé (racines nues ou non, âge lors de la plantation, etc.) (Rivest et al. 2019). Par exemple, au sud du Québec, Rivest et Cogliastro (2019) ont évalué que la croissance d'érables à sucre (*Acer saccharum*) et de chênes rouges (*Quercus rubra*) était maximisée avec des plants âgés de six ans, comparativement à des plants âgés de trois ans. En Gaspésie, c'est le frêne de Pennsylvanie (*Fraxinus pennsylvanica*) qui offrait les meilleurs taux de croissance (Pinna et al. 2014, Rivest et Cogliastro 2019). De plus, puisque les peupliers hybrides ont démontré, sous certaines conditions, des taux de croissance plus élevés en systèmes de cultures intercalaires qu'en plantations conventionnelles, ces systèmes pourraient s'avérer intéressants pour augmenter le rythme de production locale de bois de feuillus de qualité (Rivest *et al.* 2009). Ce besoin d'intensification de la production de bois de feuillus dans les forêts privées est important, puisque la production actuelle ne fournit qu'environ le quart de l'approvisionnement de l'industrie (FPFQ 2021). De plus, il semble de plus en plus difficile de compter sur les propriétaires forestiers pour y arriver, eux qui diminuent en nombre se tournent de plus en plus vers des activités récréatives plutôt que de production de billes de bois dans leurs boisés (Côté *et al.* 2012). Ce contexte permet d'entrevoir la réintégration des feuillus dans les systèmes agricoles comme un moyen d'intensifier la production de bois de

qualité (feuillus) tout en respectant les valeurs qui animent les propriétaires forestiers (Thevathasan et Gordon 2012).

L'ajout d'arbres ou d'arbustes produisant des fruits, des noix ou pouvant être valorisés pour leurs usages médicinaux a aussi le potentiel de diversifier les sources de revenus issus du système. Par exemple, un plant d'aronia noire (*Aronia melanocarpa*) peut produire de 4 à 5 kg de fruits par année qui peuvent se vendre à plus de 10 \$ kg⁻¹ lorsqu'ils sont destinés à des marchés de niche (Brown 2018). Cependant, puisque ces marchés de produits de niche restent à développer, et que la production de petits fruits émergents en vue d'une rentabilité financière exige temps, énergie et connaissances supplémentaires, ces gains restent pour l'instant relativement marginaux. En somme, en matière de rentabilité privée, il convient de rester prudent, car les impacts réels de l'implantation des SAI restent très peu documentés, tant ici qu'à l'étranger. Si certaines études ont estimé la valeur actuelle nette des systèmes en utilisant des projections économiques (Toor 2011, Rivest et al. 2020), ou encore évalué les coûts d'implantation de ces systèmes (Anel et al. 2015), aucune n'a mesuré l'impact financier réel de ces systèmes sur les fermes et les revenus des exploitations au terme d'un cycle de production.

Ces quelques exemples montrent que, dans l'ensemble, les SAI ont le potentiel de fournir des services de provision (bois, cultures, produits forestiers non ligneux), de régulation (régulation du microclimat et du bilan hydrique des sols, contrôle des ennemis des cultures, etc.) et de support (pollinisation, captation du carbone, augmentation des taux de carbone organique dans les sols, augmentation de la biodiversité microbienne, etc.) tout en permettant de (potentiellement) générer des revenus raisonnables et à long terme. La provision de ces services, plus spectaculaire et peut-être plus cruciale en zone d'intensification agricole, n'en est pas moins importante en zone de déprise, puisque plusieurs des services rendus ont des effets bien au-delà des exploitations et des paysages, tels que la pollinisation et la captation de carbone.

Bien que très peu de mécanismes ne le permettent actuellement au Québec¹⁷, la rétribution des agriculteurs pour les services écosystémiques rendus par les SAI pourrait s'avérer une avenue intéressante pour améliorer leur rentabilité puisque les bénéfices publics générés par ces systèmes dépassent largement les bénéfices privés (Alam et al. 2014). En termes de captation de carbone seulement, Winans et al. (2014) ont évalué que les bénéfices nets qui pourraient être tirés de la vente de crédits carbone sur les marchés par les agriculteurs québécois utilisant des SAI pourraient dépasser les 2 000 \$ par hectare au bout de 10 ans. En utilisant des équations de modélisation pour prendre en compte un ensemble de services écosystémiques rendus par les SAI (disponibilité des nutriments, qualité de l'eau, qualité des sols, pollinisation, contrôle biologique, qualité de l'air, effet brise-vent, production de bois, production agricole et régulation climatique), Alam et al. (2014) ont estimé que ces systèmes permettraient de dégager des marges totales plus de deux fois supérieures à celles obtenues avec un système agricole conventionnel (2 645 \$ ha⁻¹ an⁻¹ pour un SAI contre 1 110 \$ ha⁻¹ an⁻¹ pour une culture de céréales). Ainsi, la rentabilité privée des SAI pourrait être accrue par la rétribution des agriculteurs pour ces services publics. Dans la même veine, en 2009, l'étude de Roy-Vigneault a démontré que des citoyens soumis à un choix réel d'aménagement à financer avaient accepté de déboursier environ 53 \$ pour l'implantation d'une bande riveraine et 39 \$ pour une haie brise-vent, ce qui démontre une certaine adhésion publique à la rétribution des aménagements agroforestiers. Ainsi, il serait vraisemblablement possible de rendre ces systèmes rentables si ces mécanismes de rétribution étaient mis en place.

En somme, au fil de l'avancée des études sur les dimensions biophysiques, écologiques et économiques des SAI, il semble de moins en moins hasardeux d'affirmer que le potentiel des SAI à fournir certains services écosystémiques tout en demeurant profitables est bien réel. Cependant, qu'en est-il de leur capacité à fournir des services culturels qui bénéficient aux

¹⁷ À notre connaissance, au Québec, seul le programme ALUS (*Alternative Land Use Systems*) permet de rétribuer directement les agriculteurs pour l'implantation d'aménagements de type écosystémique, mais le programme ne vise pas les SAI. Pour en savoir plus : https://alus.ca/alus_community/alus-in-monteregie/

collectivités rurales (notamment en matière d'appréciation des paysages) ? Sur ce sujet, il semble que la littérature soit beaucoup plus limitée.

1.2.3.2. Des systèmes qui améliorent l'appréciation des paysages?

Dans un contexte où les milieux ruraux sont devenus des « cadres de vie » (Domon 2008, Jean et Dionne 2007, Montpetit et al. 2002, Ruiz 2009), et où l'agriculture et la foresterie ne sont plus seulement valorisées pour leurs fonctions productives mais aussi pour les biens publics qu'elles produisent et les fonctions multiples qu'elles remplissent (Rastoin 2015, Debailleul 2014), la prise en compte des services culturels rendus par les systèmes agricoles et forestiers devient cruciale pour assurer l'adhésion des populations et leur intégration plus optimale au sein des territoires (Arts et al. 2017, Costanza et al. 2017). Parmi les services culturels qui pourraient être rendus par les SAI nouvellement introduits dans les paysages québécois, l'esthétique des paysages ou, plus globalement, l'augmentation de l'appréciation globale des paysages par les résidents, est probablement le plus important puisqu'il répondrait au moins en partie à l'enjeu de l'attractivité des milieux (Anel et al. 2017) et qu'il constitue le service culturel ayant été répertorié comme ayant le plus d'importance dans quelques études (Plieninger et al. 2013, Szücs et al. 2015). En effet, dans les zones de déprise agricole, on cherche des moyens de réduire la fermeture des paysages causée par le développement des friches ou l'enrésinement (Laboratoire Agroforesterie et paysages 2015, Tessier et al. 2009), alors que dans les zones d'intensification agricole, c'est la monotonie des champs en monoculture que l'on cherche à briser par l'introduction d'arbres dans les espaces cultivés (Ruiz et al. 2012, Tessier et al. 2009). L'enjeu des paysages n'est pas qu'une question de cadre de vie : dans certaines municipalités ou MRC, il s'agit carrément de la ressource principale sur laquelle s'appuie tout un pan de l'économie régionale (Jean et Dionne 2007, Paquette et Domon 2003). Il s'agit aussi d'un aspect incontournable des SAI car l'agencement des espèces ligneuses et agricoles provoque un effet visuel qui détonne avec les principaux modèles de gestion des espaces agricoles et forestiers (Rivest et al. 2010, 2018). D'ailleurs, de nombreuses publications traitant des SAI n'hésitent pas à mentionner que ces systèmes auraient un impact positif sur l'appréciation des paysages (Anel et al. 2017, Dupraz et Liagre 2011, Rivest et al. 2010). Or, aucune étude n'a encore permis de vérifier si

les SAI amélioreraient effectivement la qualité esthétique des paysages. Ces affirmations restent donc pour l'instant des hypothèses plus que des faits avérés. Par contre, d'autres recherches peuvent nous donner certains indices quant à l'impact potentiel des SAI sur l'appréciation des paysages.

Dans le cadre d'études s'étant déroulées dans des zones d'intensification agricole situées au sud du Québec, il a été démontré que les arbres intégrés aux espaces agricoles contribuaient à l'attractivité de ces paysages (Benjamin et al. 2007, Ruiz et al. 2012). Benjamin et al. (2007) ont aussi mis en évidence qu'en Montérégie, les paysages forestiers étaient plus appréciés que les friches agricoles. La présence d'arbres serait donc bénéfique pour l'attractivité du paysage à la fois sur les terres en culture et sur les terres qui ne le sont pas. Or, aucune de ces études n'a testé l'effet des arbres, *alignés en rangées, dans* les champs. Dans les zones où la déprise agricole est prépondérante, une seule étude, réalisée en Gaspésie, a montré que des scénarios d'évolution des paysages agricoles vers des systèmes agrosylvicoles (très semblables aux SAI) étaient plus appréciés par la population locale que des scénarios agricoles, de reboisement en résineux ou d'enfrichement (Anel et al. 2015, Trillaud-Doppia 2012). Ici, ce sont les aspects d'ouverture des paysages et de conservation de la composante agricole, de même que la diversité des formes d'espèces ligneuses utilisées, qui furent déterminants dans l'appréciation paysagère. Cette étude reste l'indice le plus important que nous ayons quant à l'effet potentiel des SAI sur l'appréciation des paysages, même si le système le plus apprécié n'était pas, à proprement parler, un SAI.

Ailleurs dans le monde, les rares études menées sur l'appréciation des paysages intégrant des aménagements agroforestiers linéaires ont démontré que ces systèmes pouvaient améliorer la qualité visuelle des paysages, mais seulement à certaines conditions. Dans l'État de Washington, aux États-Unis, ce sont les aménagements agroforestiers les plus diversifiés, comprenant notamment des arbustes, qui étaient surtout vus comme des systèmes embellissant les paysages (Lawrence et al. 1992). En Italie, dans une étude ayant eu recours à des scénarios photos, les paysages présentant des systèmes agroforestiers linéaires (et non intercalaires) étaient toujours plus appréciés que les paysages ne présentant pas

d'agroforesterie (Franco et al. 2003). Or, ceux-ci étaient toujours présentés en arrière-plan et en connexion avec d'autres systèmes forestiers, et non de façon isolée; il est donc difficile de conclure à partir de cette étude l'effet potentiel des SAI sur les paysages. En Allemagne, les systèmes agroforestiers linéaires et les haies couvrant de petites distances (quelques dizaines de mètres) augmentaient aussi substantiellement l'appréciation des paysages agricoles par les citoyens (Hafner et al. 2018), mais ici, les rangées étaient surtout faites d'arbustes. Les études susmentionnées, sans toutefois traiter directement des SAI, laissent présager que ceux-ci pourraient être appréciés pour leur aspect visuel et pour leurs fonctions. Malgré toutes ces hypothèses, il reste impossible, à l'heure actuelle, de conclure que les SAI auraient nécessairement un effet positif sur l'attractivité des paysages et sur leur appréciation globale par les résidents, puisqu'aucune étude n'a spécifiquement traité de ce sujet.

En somme, si les phénomènes sociologiques associés aux demandes citoyennes et à la transition des systèmes agricoles vers des modèles plus diversifiés sont de mieux en mieux documentés (Buttel 1993, Gafsi et al. 2006), la compatibilité des SAI avec ces mouvements et demandes sociales demeure pour le moins incertain. Or, cette compatibilité, tout comme celle des paramètres écologiques des SAI à ceux des paysages, est essentielle pour garantir la pérennité des systèmes dans les paysages, de même que leur participation optimale à leur durabilité et, au final, au bien-être des collectivités. Ceci nous conduit donc à notre question de recherche.

1.2.4. Question générale de recherche

La question de recherche centrale de notre thèse est la suivante :

Les SAI peuvent-ils s'intégrer de façon cohérente, sur les plans écologique et social, dans certains paysages d'intensification et de déprise agricole du Québec afin de participer à la construction de paysages durables? Pour arriver à répondre à cette

question, nous étudierons les aspects suivants au sein de deux territoires¹⁸ du Québec présentant des paysages d'intensification et de déprise agricole :

- Le *contexte écologique* des paysages, à travers des recherches documentaires et des enquêtes auprès de plusieurs acteurs des territoires;
- Le *contexte social*, à travers
 - Les perceptions de certains acteurs quant à la possibilité d'intégrer les SAI dans le contexte agricole et paysager de leur territoire en regard des forces et faiblesses que ce contexte présente;
 - L'appréciation visuelle, par les résidents de ces territoires, de différents scénarios paysagers intégrant ou non des SAI présentant différents paramètres d'aménagement;
- La *capacité d'adaptation des SAI* à ces conditions sociales et écologiques via le recensement de leurs effets potentiels à différentes échelles spatiales et de leurs possibilités d'aménagement (choix des parcelles, des espèces et de leur disposition) via la construction d'outils d'aide à la décision territoriale pour l'optimisation socio-écologique des SAI à l'échelle des paysages.

Nous articulerons ces aspects étudiés à travers trois « volets », à savoir :

- le diagnostic territorial et la place des SAI dans les territoires, qui combinent des éléments du contexte écologique et les perceptions des professionnels à l'interface entre les systèmes agricoles et les territoires;
- l'appréciation, par les résidents, de scénarios paysagers intégrant ou non des SAI aménagés selon différents paramètres (diversité des espèces ligneuses et espacements entre les rangées) adaptés aux contextes des paysages,
- la construction d'outils d'aide à la décision territoriale mettant en lien les enjeux vécus au sein de la zone agricole et les services écosystémiques rendus par les SAI et les différentes espèces qui les composent.

¹⁸ Nous oscillons souvent, vous l'avez peut-être remarqué, entre paysages et territoires; ces notions seront définies, et leur usage et articulation dans le cadre de la thèse précisés plus explicitement au chapitre 2.

Les deux prochains chapitres permettront de camper notre posture théorique, de décliner notre question de recherche en plusieurs objectifs en regard des concepts qui seront présentés et d'entrer plus profondément dans les paysages des territoires retenus pour l'étude.

Chapitre 2 – Relier les systèmes aux paysages

Let us abandon the simplicity of separation and give unity its due. Let us abandon the self-mutilation which has been our way and give expression to the potential harmony of man-nature... (Ian McHarg 1969:12).

Paysages, systèmes socio-écologiques, services écosystémiques, perceptions, représentations. Des mots qui portent un sens qu'il faut absolument circonscrire, définir, délimiter afin de mieux comprendre les assises de cette recherche. C'est à ce voyage dans l'univers théorique que vous convie ce deuxième chapitre. Nous verrons d'abord en quoi les systèmes socio-écologiques et les approches dialectiques du paysage, à travers leurs assises conceptuelles, sont des concepts fortement apparentés. Puis, nous proposerons de lier ces cadres en appliquant un cadre issu de ces deux grandes familles d'approches aux SAI envisagés en tant que sous-systèmes des paysages. Le chapitre se termine par la description des éléments de ces systèmes qui retiendront particulièrement notre attention au cours des prochains chapitres, conformément aux questions de recherche énoncées au chapitre 1.

2.1. Relier humains et nature avec les systèmes socio-écologiques

2.1.1. Quelques notions de systémique et de complexité

Nous l'avons évoqué au chapitre précédent, les évolutions croisées des paysages et des systèmes agricoles et agroforestiers sont des phénomènes complexes où dimensions écologiques, sociales, politiques et économiques se rencontrent et s'influencent mutuellement (Arts et al. 2017, Naveh 2000, Plieninger et al. 2020, Tress et Tress 2001). La compréhension de ces dynamiques, tout comme la construction de solutions pour en arriver à des paysages viables, exige non plus de séparer, comme le prônait Descartes avec le principe du réductionnisme (1637), mais « d'apprendre à relier » (Morin 1995 :111) en recourant à des outils intellectuels qui mettent l'accent sur les liens davantage que sur les éléments dissociés pour mieux envisager le monde (Morin 2014). L'approche systémique, la notion de complexité et le modèle des systèmes adaptatifs complexes font partie de ces outils

reliant qui ont marqué l'histoire des cadres socio-écologiques et des approches dialectiques du paysage.

Selon la théorie des systèmes développée par von Bertalanffy (1934, 1973), un système, dans sa forme simplifiée, se définit comme un « **complexe d'éléments en interaction** » qui possède des **propriétés émergentes**, c'est-à-dire des propriétés qui sont différentes des propriétés de ses éléments constitutifs (Bertalanffy 1973, Checkland 1976, Donnadiou et Karsky 2002, Le Moigne 1979). Tout système simple présente une **organisation hiérarchique**, c'est-à-dire qu'il peut être décomposé en différents sous-systèmes mis en interrelation. Les interactions entre les différentes composantes sont régulées à travers des **boucles de rétroaction** (Checkland 1980, Holland 1992, Levin 1999), qui confèrent au système la capacité d'adapter ses comportements en fonction de différents stimuli, à travers des **flux** (Bertalanffy 1973, Le Moigne 2006, Levin 1999). Si l'agencement des parties influence le système, le tout, en retour, influence aussi chacune des parties ; d'où l'indissociabilité du système (Bertalanffy 1973).

Les *systèmes adaptatifs complexes* (figure 2.1a et 2.1b) sont caractérisés en plus par leur **ouverture** sur leur environnement, leur **complexité** et leur **capacité d'adaptation** (Ashby 1962, Holland 1992, Levin 1999, Morin 2014). La *complexité* de ces systèmes n'est pas directement liée au nombre d'éléments qui les constituent, mais plutôt à l'existence de **relations non linéaires** entre eux. Ces relations récursives et non linéaires, combinées à une ouverture sur l'extérieur, permettent au système de **s'auto-organiser**, de **s'adapter** et de **d'évoluer** à travers le temps (Holland 1992, Le Moigne 2006, Levin 1999, Lugan 2009, Walker et al. 2004). Les relations non linéaires permettent au système « d'évoluer en fonctionnant », c'est-à-dire **d'adapter** son **organisation** de façon **autonome** afin de résister aux perturbations extérieures (Ashby 1962, Bertalanffy 1973, Levin 1999, Holling 1986). Cette capacité d'adaptation a cependant une limite ; tant qu'elle n'est pas franchie, le système reste dans un état de relative stabilité, mais lorsqu'un certain seuil est franchi, le système passe vite d'un état à l'autre ; les systèmes ont donc la capacité **d'évoluer**, mais cette évolution n'est ni graduelle, ni linéaire, ni complètement prévisible (Lugan 2009, Morin

2014, Walker et al. 2004). Les systèmes biologiques et humains, puisqu'ils regroupent l'ensemble de ces caractéristiques, sont des systèmes adaptatifs complexes (Berkes et Folke 2002, Levin 1999, Preiser et al. 2018).

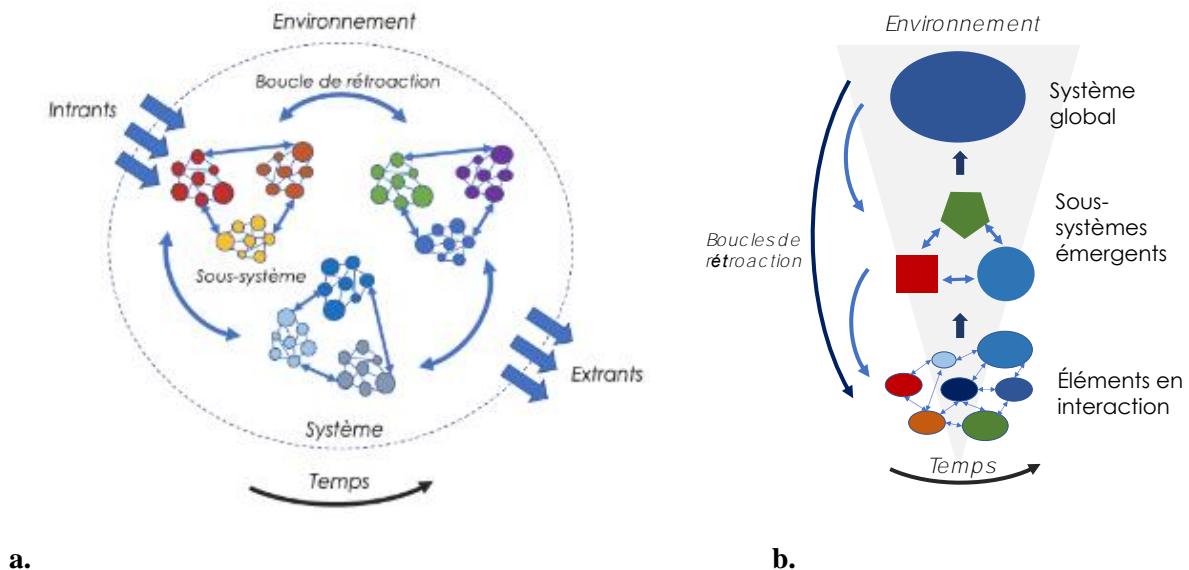


Figure 2.1. Schémas représentant les différentes caractéristiques des systèmes adaptatifs complexes. a. Le système est composé de structures hiérarchisées (des éléments réunis en sous-systèmes, eux-mêmes réunis en systèmes). Les relations entre les éléments d'un même niveau hiérarchique et entre les niveaux sont régulées à travers des boucles de rétroaction, qui permettent au système de résister aux chocs, de s'adapter et d'apprendre (évoluer) dans son environnement en fonction des conditions rencontrées. **b.** Les structures de chaque niveau d'organisation présentent des propriétés émergent de la mise en relation des éléments des niveaux inférieurs.

Les systèmes produisent des effets réels sur eux-mêmes et sur leur environnement ; or, il existe de multiples manières de les observer et de décrire leur organisation. Pour Ashby (1962), la manière de concevoir ou de révéler la trame invisible des liens qui conditionnent et permettent les comportements systémiques appartient, du moins en partie, à l'observateur. Il en donne un exemple à partir d'un essaim d'abeilles :

Two observers studying the same real material system, a hive of bees say, may find that one of them, thinking of the hive as the interaction of fifty-thousand bee-parts, finds the bees "organized", while the other, observing whole states such as activity, dormancy, swarming, etc., may see no organization (Ashby 1962: 258).

L'exemple d'Ashby rappelle que tout modèle explicatif comporte une part de subjectivité, et explique au moins partiellement l'existence d'une diversité de modèles pour rendre compte des relations humains-nature.

2.1.2. Importance des modèles systémiques

Les modèles systémiques furent à la base de découvertes et d'avancées importantes dans une foule de domaines, de l'écologie à l'éducation, en passant par le génie, l'informatique, la communication et l'économie, notamment (Holland 1992, Lapointe 1993, Levin 1998, 1999, Ostrom 2007). Deux développements majeurs doivent ici être soulignés puisqu'ils sont en lien avec notre sujet. D'une part, le travail réalisé sur les systèmes complexes adaptatifs et, de façon croisée, sur la thermodynamique, mena à un changement profond dans la compréhension des théories relatives à la stabilité et à l'équilibre au sein des systèmes (Gunderson et al. 1995, Levin 1999, Ostrom 2007). Auparavant envisagés comme des entités relativement stables cherchant, lors de perturbations, à revenir constamment à leur état d'équilibre central initial, on en vint à envisager les systèmes complexes adaptatifs comme des entités qui, lorsqu'elles dépassent certains seuils, passent rapidement d'un état d'équilibre à un nouvel état d'équilibre inconnu (Holling 1986). La dimension temporelle prend donc une importance capitale dans la compréhension des systèmes, puisqu'ils ne reviennent jamais à l'équilibre « initial », au « point zéro » ; ils évoluent d'équilibres en équilibres.

Ce changement de paradigme eut un impact considérable sur la définition de la résilience, appliquée tant aux systèmes écologiques qu'aux systèmes sociaux (Berkes et Folke 2002, Gunderson 2000, Holling 1986, Sasaki et al. 2015). Conçue au départ comme la vitesse à laquelle un système revient à son état initial après une perturbation (théorie de l'équilibre statique), la résilience est maintenant envisagée comme la capacité d'un système à absorber des perturbations avant que celles-ci n'induisent des changements qui le mèneront à un nouvel état d'équilibre (théorie des équilibres multiples) (Holling 1986, Gunderson 2000, Peterson 2018, Walker et al. 2004). Les écosystèmes deviennent ainsi, tout comme les systèmes humains, des systèmes évoluant non seulement selon une dynamique d'aller-retour entre un état perturbé et un état d'équilibre, mais bien dans une dynamique de passage à

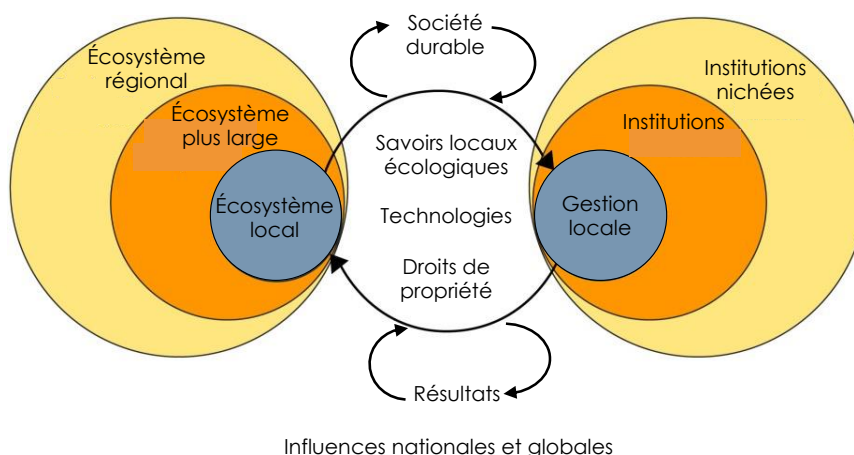
travers plusieurs états d'équilibres successifs; ce faisant, la dynamique des systèmes est non seulement complexe, mais empreinte d'inconnus. Cette observation est aussi valable pour les paysages ; ils évoluent sans jamais revenir au « degré zéro », portant les marques mais aussi les adaptations innovantes acquises au cours de leur histoire (voir à ce sujet Ruiz 2009).

Les disciplines s'intéressant à la gestion des ressources naturelles et aux paysages développeront, elles aussi, des cadres conceptuels inspirés directement ou indirectement des systèmes adaptatifs complexes, dont les systèmes socio-écologiques et les approches dialectiques des paysages.

2.1.3. Les systèmes socio-écologiques

Le cadre des systèmes socio-écologiques s'inspire des systèmes adaptatifs complexes (Preiser et al. 2018), des avancées conceptuelles sur la résilience des écosystèmes, mais aussi, et surtout, des travaux menés par différentes équipes de recherche sur la gestion durable des ressources naturelles par les communautés autochtones (Berkes et Folke 2002, Ostrom 1992, 1994). Les travaux de l'économiste et politologue Elinor Ostrom (1990, 1992, 2007), axés sur les modes de gouvernance et les institutions permettant la gestion durable des ressources, menèrent à un premier cadre, celui de l'analyse institutionnelle et du développement (AID). Le cadre d'Ostrom considère les usagers et les ressources naturelles qu'ils utilisent comme un complexe lié et coévolutif ; en ce sens, il s'agit bien d'un système adaptatif complexe, qu'elle nommera le « système socio-écologique ». Ostrom s'intéressera particulièrement aux systèmes sociaux de ce complexe, et plus particulièrement aux institutions (règles et structures formelles et informelles, liées à la gouvernance et à l'économie) qui, à quatre niveaux hiérarchiques différents, régulent la gestion des ressources à des niveaux correspondants (McGinnis et Ostrom 2014, Ostrom 2007). Elle montrera que c'est du contact entre les collectivités et les ressources qu'émergent des règles et modes de gestion permettant aux acteurs-utilisateurs des ressources d'éviter la tragédie des biens communs (Hardin 1968), et énumérera une série de principes à respecter pour que cette gestion soit réellement durable (Ostrom 2007).

Les travaux d'Ostrom trouvèrent écho auprès de ses collègues écologues de la *Resilience Alliance*¹⁹ travaillant aussi sur l'enjeu de la gestion des ressources naturelles (Colding et Barthel 2019, McGinnis et Ostrom 2014). Parmi ceux-ci, Fikret Berkes et Carl Folke proposeront, en 2002, un autre cadre pour aborder les systèmes socio-écologiques (figure 2.2), mais cette fois à partir d'une perspective écologique globale (Berkes et Folke 1998, 2002).



Source : Adapté de Berkes et Folke (2002) et Colding et Barthel (2019).

Figure 2.2. Le système socio-écologique de Berkes et Folke. Les systèmes socio-écologiques embrassent l'ensemble des dimensions des systèmes sociaux et des écosystèmes qui les soutiennent, et mettent l'accent sur les savoirs, technologies et règles issues de cette coévolution.

Ce deuxième cadre conceptuel se voulait en quelque sorte une bonification et une extension de celui d'Ostrom, où la sphère sociale était jugée trop restreinte et ses caractéristiques trop différentes des propriétés des écosystèmes, rendant les systèmes sociaux et écologiques difficiles à coupler dans son modèle (Berkes et Folke 2002, Folke et al. 2007). Le cadre de

¹⁹ La *Resilience Alliance* est un groupe de plusieurs dizaines de chercheurs provenant de disciplines fort variées dédiés à l'étude des écosystèmes et de leur gestion par les collectivités humaines. Voir realliance.org

Berkes et Folke s'appuie sur une définition très large de l'écologie (Odum 1989), où l'humain est partie intégrante et indissociable de l'écosystème :

Ecological systems (ecosystems) refer to self-regulating communities of organisms interacting with one another and with their environment. When we wish to emphasize the integrated concept of humans in-nature, we use the terms social– ecological systems and social– ecological linkages. [...] We hold the view that social and ecological systems are in fact linked, and that the delineation between social and natural systems is artificial and arbitrary (Berkes et Folke 2002: 4).

Pour eux, la frontière entre systèmes humains et systèmes sociaux n'a de sens que dans une conception occidentale contemporaine des relations humains-nature (Berkes 1998, Berkes et Folke 2002, Latour 1993, Walker et al. 2004). Aux dimensions de la gouvernance, Berkes et Folke ajoutent donc au système socio-écologique d'Ostrom l'ensemble des dimensions des systèmes humains, de la culture aux technologies, en mettant l'accent sur les savoirs locaux (souvent traditionnels) et les modes de gestion du territoire qui permettent la gestion durable des ressources et qui témoignent d'une réelle coévolution entre systèmes sociaux et systèmes écologiques (Berkes et Folke 2002).

2.1.4. Une perspective à maintenir et à ouvrir

Les cadres référant au système socio-écologique permettent de mieux comprendre comment, du fait de leurs relations étroites, voire indissociables, systèmes humains et systèmes naturels s'influencent mutuellement, et plus spécifiquement comment ils s'auto-organisent, s'adaptent et évoluent conjointement (Colding et Barthel 2019, Preiser et al. 2018). Ils démontrent la pertinence des modèles des systèmes complexes adaptatifs pour appréhender les systèmes écologiques et les systèmes sociaux simultanément. Ils mettent également l'accent sur les boucles de rétroaction et les hiérarchies, composantes essentielles des systèmes adaptatifs complexes (Berkes et al. 2003, Holland 1992, Ostrom 2007, Preiser et al. 2018).

De système reflétant des dynamiques plutôt locales, le concept fut rapidement utilisé à l'échelle globale pour refléter la dépendance des humains envers les écosystèmes

planétaires : « *People are part of the natural world. We depend on ecosystems for our survival and we continuously impact the ecosystems in which we live from the local to global scale* » (Resilience Alliance 2021 :1). De plus, de par leur intérêt envers les questions de résilience, les chercheurs de la *Resilience Alliance* lient maintenant la résilience au système socio-écologique, en la définissant comme « *the capacity to adapt or transform in the face of change in social–ecological systems, particularly unexpected change, in ways that continue to support human well-being* » (Folke et al. 2016). Il n'est donc pas étonnant que la littérature mentionnant les cadres des systèmes socio-écologiques soit aujourd'hui foisonnante²⁰ (Budiharta et al. 2016, Colding et Barthel 2019, Collins et al. 2011). Cette notion de système socio-écologique, sans nécessairement être toujours explicitée comme cadre conceptuel, est aussi invoquée dans de nombreuses disciplines traitant des dynamiques et de l'aménagement du territoire, qu'il s'agisse de l'agriculture (Lescourret et al. 2015, Norton 2016), de la foresterie (Fischer 2018, Kalaba 2014), de la gestion intégrée des paysages (Aranzabal et al. 2008, Fukamachi 2020, Sunderland et al. 2017) et même de l'agroforesterie (Gebbru et al. 2019, Plieninger et al. 2020). Cependant, ce cadre reste peu utilisé dans les domaines agronomiques et agroécologiques se préoccupant pourtant de questions de transition vers des systèmes plus résilients et en phase avec les collectivités et les écosystèmes (Lamine et al. 2015, Markard et al. 2012, Ollivier et al. 2018).

Malgré ce foisonnement, Colding et Barthel (2019) constatent, 20 ans après la proposition initiale de Berkes (1998), que l'utilisation du cadre du système socio-écologique reste avant tout axée sur le diagnostic de situation et la modélisation de solutions pour la gestion des ressources naturelles, et très peu sur la compréhension des phénomènes à la base de ces relations. Ils déplorent aussi que trop peu de rapports de recherche ne prennent le soin d'expliquer ce qui est entendu par système socio-écologique, ce qui contribue à alimenter une certaine confusion autour du concept. De plus, l'utilisation plutôt superficielle du concept, bien qu'elle soit peut-être le signe d'une appropriation qui mènera à de nouvelles

²⁰ D'ailleurs, c'est à la suite de commentaires de réviseurs sur l'article présenté au chapitre 5, déplorant l'absence de référence au cadre socio-écologique de Berkes et Folke, que nous l'avons inclus dans notre coffre à outils conceptuels. Comme quoi les modes scientifiques peuvent parfois mener à de belles découvertes.

avancées conceptuelles plus tard, risque néanmoins de dénuder le cadre de sa proposition initiale qui lançait une invitation à revoir notre rapport occidental contemporain au monde (Colding et Barthel 2019). Ce dernier aspect semble particulièrement important puisque, de l'avis de plusieurs auteurs (Arnould et Glon 2006, Davis et al. 2009, Flint et al. 2013, Foster 2012, Larson 2011), une gestion des ressources naturelles qui soit réellement durable ne peut faire l'économie d'une réflexion sur notre rapport à la nature et des liens que nous entretenons avec elle (Arnould et Glon 2006, Berkes et Folke 2002, Latour 1993). Or, à l'urgence de s'engager dans une réflexion profonde sur notre rapport à cette nature qui doit être intériorisée à nouveau (Latour 1993), se substitue trop souvent l'urgence technique de trouver des modes d'utilisation des ressources et des approches d'aménagement des territoires qui soient « plus » durables et qui soient immédiatement utilisables, au risque ainsi d'entraîner des modes d'utilisation des ressources qui ne constituent que des améliorations apportées à des systèmes qui s'avèrent intrinsèquement non durables car non ancrés dans une perspective unificatrice des humains à la biosphère. Surtout, le système de Berkes et Folke (2002), tout comme la notion de résilience, restent muets sur une dimension pourtant fondamentale de l'être humain et de ses rapports à la nature (Flint et al. 2013) : la sensibilité. C'est ici que les approches dialectiques du paysage entrent en scène.

2.2. Les approches dialectiques du paysage

2.2.1. Une dialectique initiale

La Convention européenne du paysage définit le paysage comme « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (Convention européenne du paysage 2000 :2). Cette définition rejoint celle du Conseil québécois du paysage qui, lui, conçoit le paysage comme un territoire qui allie ensemble des éléments environnementaux aux multiples actions de l'homme, et auquel des individus et des collectivités accordent une valeur paysagère (Conseil québécois du paysage 2000). Ces définitions recouvrent deux aspects fondamentaux des paysages : 1) elles associent humains et nature dans le processus de formation et de transformation des paysages et 2) elles font référence au processus sensoriel et cognitif qui permet de percevoir le paysage et de le qualifier.

Cette double identité du paysage est présente dès les premiers emplois du mot en Occident²¹. En français, le mot paysage fut presque simultanément utilisé dans le sens de « représentation picturale » et de petits *pays* assemblés (du latin *pagus*, « canton délimité par une borne fichée en terre », et du suffixe *-age*) (Cottet et al. 2019, Filleron 2008, Franceschi 1997, Paquot 2016). Cette double identité se reflète aussi dans la pensée et le travail des premiers géographes qui s'intéressèrent au paysage. Alexander von Humboldt (19^e siècle), à qui l'on attribue la première définition scientifique du paysage²², de même que Paul Vidal de la Blache, le père de l'école française de géographie, considéraient tous deux le paysage comme un « tableau » formé d'éléments sociaux et biophysiques indissociables (Antrop 2003, Cottet et al. 2019, Mercier 2013, Schreiber 1990). Ces précurseurs portaient aussi sur le paysage un regard sensible, puisqu'ils accompagnaient leurs monographies d'illustrations qui traduisaient non seulement la réalité observée, mais leur appréciation sensible de cette réalité (Antrop 2013, Cottet et al. 2019). Il est en outre intéressant de noter qu'un de leurs contemporains, le biologiste et père de l'écologie Ernst Haeckel (1834-1919), voyait aussi l'écologie comme la relation intime des humains à la nature, et qu'il inspira de nombreux artistes par ses dessins²³ (Debourdeau 2016, Schreiber 1990).

Ainsi, dès les premières évocations du mot jusqu'aux définitions récentes, les paysages sont compris comme des entités qui coévoluent, s'adaptent et s'organisent; elles ont donc toutes les caractéristiques des systèmes adaptatifs complexes et s'approchent, en ce sens, de la conception des relations humains-nature du cadre socio-écologique de Berkes et Folke (2002). Or, à la différence de ce dernier, les approches et définitions du paysage y ajoutent la notion de sensibilité, qui passe ici par le regard et la représentation visuelle.

²¹ Le paysage n'est pas un concept uniquement occidental, bien qu'il ne soit pas universel. Certains peuples, en effet, n'ont aucun mot pour « nommer » le paysage. Par contre, en Orient, les premières traces du mot paysage remonteraient au 4^e siècle (soit avant son utilisation en Occident), avec l'utilisation du mot *shanshui* (山水) (littéralement *eaux* et *montagnes*) par le poète chinois Zuo Si, qui fut le premier à l'utiliser pour parler d'un lieu en nature esthétiquement beau, donc perçu (Berque 2012, Escande 2005).

²² « Le paysage est le caractère total d'une partie de la Terre » (Antrop 2013 :3).

²³ Parce que les dessins sont merveilleux, il faut consulter les fabuleuses planches de *Kuntsformen der Nature* (1899), disponibles au <https://www.pinterest.com/panteekprints/haeckel-art-forms-in-nature-prints-1899/>

2.2.2. *Les éclatements disciplinaires*

Sous l'impulsion des spécialisations disciplinaires et techniques ayant marqué la première moitié du 20^e siècle, les conceptions holistiques initiales furent peu à peu segmentées, et évoluèrent différemment en fonction de leurs assises conceptuelles, de leur contexte géographique de construction et de leur époque (Antrop 2013, Naveh 2001). Le paysage devint une notion réellement polysémique, mettant ainsi un terme à ce qu'Antrop (2013) nommera l'époque de la « synthèse paysagère ».

Certaines disciplines, surtout du domaine des sciences naturelles et de l'écologie, marquèrent une double rupture avec les visions dialectiques et holistiques initiales en séparant, d'une part, le système humain du système naturel et en s'affranchissant, d'autre part, de la dimension perceptuelle et sensible (Bertrand 1978, Burel et Baudry 1999, Forman et Godron 1981, 1986). Le paysage devient ainsi objectivable, doté de caractéristiques intrinsèques et extérieur à l'observateur. Un exemple patent de cette double rupture provient de la définition que donne au paysage une certaine branche de l'écologie : « *a landscape is a heterogeneous land area composed of a cluster of interacting ecosystems that is repeated in similar form throughout* » (Forman et Godron 1986 : 47). Notons au passage que, même sans dimension humaine, le paysage reste un système fort complexe, composé de sous-systèmes (les écosystèmes). Aussi en rupture avec la sensibilité individuelle, la qualité visuelle et esthétique du paysage sera même universalisée et objectivée à travers des critères et un jugement réservé aux experts dans les domaines de l'aménagement et de l'architecture de paysage (Dakin 2003, Ndubisi 2004, Zube et al. 1982). Dans les sciences humaines, la géographie culturelle américaine proposera, pendant un certain temps du moins, des analyses qui dépeindront des paysages culturels complètement « dématérialisés », c'est-à-dire existant en-dehors de tout ancrage biophysique territorialisé, ce qui dénote aussi la rupture entre humain et nature (Duncan 2006, Jackson 2000).

En opposition à cette objectivité, les approches culturalistes et phénoménologiques proposeront le paysage comme fait subjectif qui émane d'une relation multi-sensorielle et individualisée, étroite ou non, avec l'environnement perçu ou l'espace vécu (Antrop 2013,

Jackson 1984, Sauer 1965). Ces approches s'affranchiront de la posture esthétique visuelle extérieure pour embrasser celle, plus large, des valorisations et de la qualification qui passent non seulement par le regard, mais par l'usage et l'action (Flint et al. 2013, Poullanouec-Gonidec et al. 2005, Ruiz 2013). La théorie de l'*artialisation* (Roger 1994) soutiendra pour sa part que le paysage n'est paysage que lorsqu'il est médié par l'art, le réel ne constituant que le « degré zéro » du paysage (Cottet et al. 2019 Roger 1994, Sève 2016).

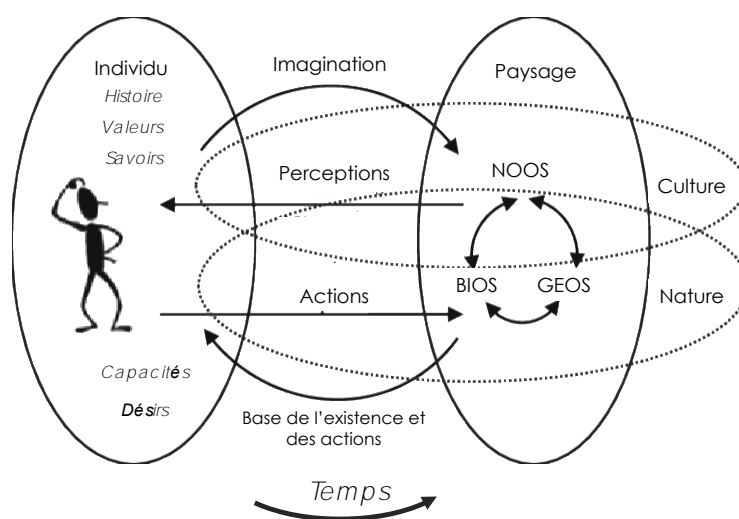
À l'interface de ces pôles, des approches comme celle de la *gestalt* (Masquelier-Savatie 2015, Michon 2016, Schroeder 2007), mais aussi celle de la *médiance* d'Augustin Berque (2011), proposeront un paysage entier, où l'individu et son environnement sont à ce point liés qu'ils se coconstruisent; le paysage devient ce lieu médian, cet ailleurs, quelque part *entre* mais aussi simultanément *dans* la pensée et dans le réel (Berque 2011, Masquelier-Sabaiter 2015, Michon 2016). À ces spécialisations disciplinaires résistèrent aussi quelques « irréductibles » penseurs, tel l'écologiste et humaniste québécois Pierre Dansereau (1911-2011), qui défendra pendant toute sa carrière la vision d'une écologie où l'humain est intrinsèquement lié à la nature, et où les paysages sont, aussi, créés d'abord dans nos mondes intérieurs (Dansereau 1973, Naveh 2007).

2.2.3. La résurgence des approches dialectiques

À la lumière du constat de plus en plus évident de l'imbrication des problématiques environnementales et sociales et de leurs impacts combinés sur les paysages, et inversement des liens entre modifications des paysages et dynamiques sociales et environnementales (Arts et al. 2017, Hobbs et Lambeck 2002, Naveh et al. 2001, Plieninger et al. 2020), les approches dialectiques (ré)émergèrent pour redonner au paysage toute son amplitude et ses dimensions (Antrop 2013).

En écologie du paysage, Naveh (2000, 2001) proposa le modèle d'un écosystème humain total, où les dimensions de la *biosphère* (l'ensemble du monde vivant), de la *géosphère* (l'ensemble des éléments inanimés) et de la *noosphère* (la sphère cognitive intégrant à la fois

les représentations, la culture, la technologie, l'information et la spiritualité) sont complètement interdépendantes et forment un « écosystème humain total » (Naveh 2001). Ce faisant, il plaide en faveur de la réintégration de la dimension sociale au sein même de l'écosystème, se rapprochant ainsi de la proposition de Berkes et Folke (2002). La reconnaissance de notre entrée dans l'Anthropocène ne fera qu'appuyer plus fortement cet appel à la réunion de ces dimensions (Crutzen 2006). Presque simultanément, Barbel et Günter Tress (2001) publièrent leur cadre des interactions humain-paysage, qui réintègre la dimension perceptuelle au concept du paysage (figure 2.3).



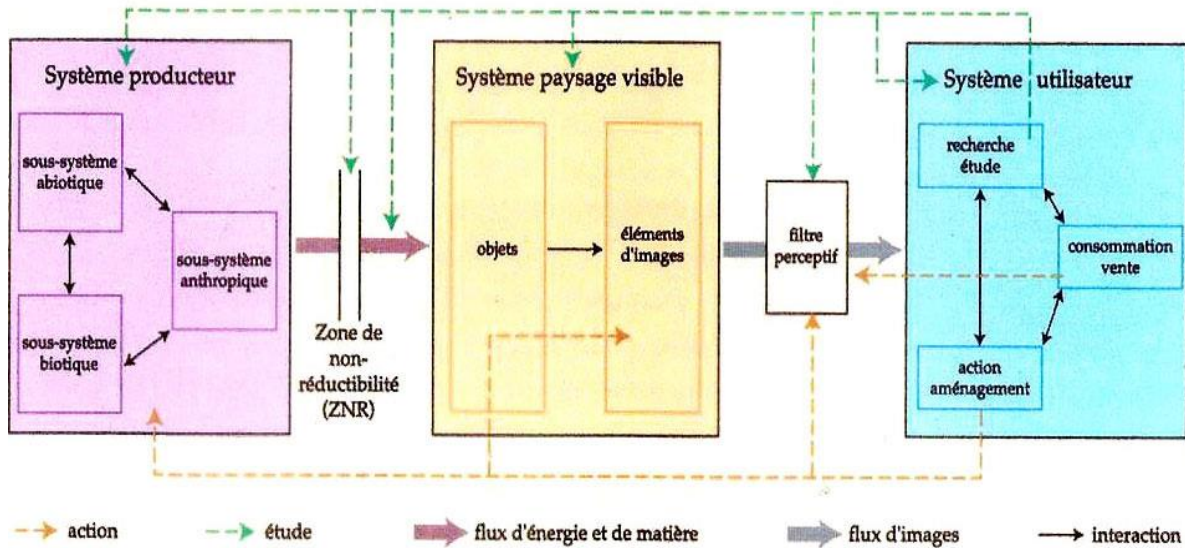
Source : Adapté de Tress et Tress (2001)

Figure 2.3. Le cadre des relations humain-paysage, un cadre adoptant une approche dialectique.

Le tryptique formant le paysage « réel » est le même que celui proposé par Naveh (*bios, geos, noos*), mais il présente aussi l'humain en interaction avec le paysage qu'il perçoit (Tress et Tress 2001). Ce cadre reconnaît que cette relation entre l'humain et la réalité matérielle du territoire est bidirectionnelle : le paysage « réel » est perçu, donc intégré aux représentations qu'il modifie, et c'est à partir de ces représentations et perceptions que l'humain y agit, modifiant en retour le paysage, et ainsi de suite. Les apports des approches phénoménologiques, notamment avec les travaux de Tilley (1997), Shroeber (2010),

Michelin et Candau (2010), Ruiz et Domon (2012) et d'autres confirmèrent d'ailleurs l'intérêt de l'expérience des acteurs locaux dans la compréhension des dynamiques paysagères. Ces relations sont porteuses de sens et engendrent une coévolution à la fois matérielle et cognitive. De plus, ce modèle conçoit la personne dans une relation sensible complète avec le paysage qui, dans le cas de paysages vécus ou ayant fait l'objet d'une expérience immersive, fait intervenir les cinq sens.

Avant l'émergence de ces modèles, l'école du paysage de Besançon, à travers les travaux de Jean-Claude Wieber et de ses collaborateurs, développa une conception systémique et dialectique du paysage comprenant trois systèmes interreliés (Brossard et Wieber 1980, 1984, Calbérac 2002) : le système « producteur », composé à la fois d'éléments anthropiques et naturels, le système « utilisateur », qui correspond aux points de vue des différents « consommateurs » du paysage, et le système du « paysage visible », qui se situe à la jonction entre les deux systèmes précédents (figure 2.4). Cette conception du paysage est très près du modèle que Tress et Tress (2001) et Naveh (2000) développeront. Le paysage de Brossard et Wieber (1980) est produit par un tryptique formé de facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques se rapprochant du *bios-geos-noos* retrouvé dans ces autres modèles (figure 2.4). La conception du paysage de l'école de Besançon comprend aussi une dimension perceptuelle qui réfère à la subjectivité, et qui influence les actions qui seront menées sur le paysage, ce qui le rapproche des modèles précédemment cités. De plus, la conception du paysage de Brossard et Wieber réfère explicitement à des notions issues de la théorie des systèmes, tels que les flux d'énergie et de matière et les boucles de rétroaction. Finalement, l'existence d'une zone de non-réductibilité, entre le paysage produit et le paysage « image », rappelle l'indissociabilité des éléments anthropiques, abiotiques et biotiques, à la manière du système socio-écologique de Berkes et Folke (2002) qui lie humains et nature. Ainsi, bien qu'ayant débouché sur des modèles et concepts différenciés, les approches dialectiques du paysage, les modèles systémiques et les systèmes socio-écologiques présentent tout de même certains points communs.



Tiré de Arnould et Clément (2003).

Figure 2.4. La conception systémique du paysage selon l'école de Besançon.

D'autres modèles vinrent bonifier ce cadre dialectique ou l'éclairer sous des jours différents. Par exemple, Pinto-Correia et Kristensen (2014) firent ressortir l'importance des politiques dans la gestion des paysages, et ce tant dans l'action que dans les perceptions. La question de l'évolution des paysages dans le temps, bien qu'inhérente à l'ensemble de ces systèmes, fut notamment creusée par Ruiz (2009), qui démontra que les paysages peuvent suivre des trajectoires différentes de celles des valeurs et des perceptions des communautés qui les habitent et les façonnent, ce qui engendre des tensions qui constituent autant de forces transformatrices des paysages.

À l'aune des cadres présentés, il apparaît clairement que les paysages sont des systèmes adaptatifs complexes : ils sont formés de plusieurs éléments en interaction (*bios-geos-noos*) dont émergent des propriétés nouvelles (les paysages) ; ils sont situés dans des environnements eux aussi complexes avec lesquels ils sont en lien de différentes manières, via les processus écologiques mais aussi via l'ensemble des grands systèmes humains, qu'il s'agisse des politiques, des modes de gouvernance, des valeurs, de la culture, des régimes technologiques, de l'économie ou des arts (Brooks 2018, Naveh 2001, Pinto-Correia et

Kristensen 2014). Les approches dialectiques mettent aussi en évidence les boucles de rétroaction qui permettent aux dimensions humaines et biophysiques de s'auto-organiser, de s'adapter et d'apprendre, démontrant leur coévolution. Ainsi, les approches dialectiques des paysages peuvent être assimilées, elles aussi, à des approches qui suivent le modèle des systèmes complexes adaptatifs.

Le développement des approches dialectiques atténua, mais ne fit ni disparaître les spécificités disciplinaires, ni ne réconcilia des visions du paysage fortement opposées (Antrop 2013, Ruiz 2014). La diversité toujours bien présente des postures n'est cependant pas un mal en soi ; elle permet, encore aujourd'hui, de raffiner notre compréhension des phénomènes plus précis se déroulant dans la « boîte noire » paysagère, en mettant l'accent tantôt sur certaines de ces composantes, tantôt sur d'autres.

Les sections précédentes ont permis d'entrevoir certains rapprochements évidents entre approches systémiques, systèmes socio-écologiques et approches dialectiques des paysages. Il est maintenant temps de relier ces cadres et d'exemplifier leurs liens à travers le cas de l'intégration des SAI dans les paysages.

2.2.4. Vers un rapprochement des modèles

Les cadres des systèmes socio-écologiques et les systèmes adaptatifs complexes partagent un ensemble de caractéristiques communes (Preiser et al. 2018). Ces caractéristiques correspondent aussi à la manière dont sont abordés les paysages dans les approches dialectiques (tableau 2.1).

Tableau 2.1. Caractéristiques partagées entre les systèmes adaptatifs complexes, les systèmes socio-écologiques, les paysages dialectiques et les SAI.

Caractéristiques	Système adaptatif complexe (SAC)	Système socio-écologique (SSE)	Paysage (approche dialectique)	Système agroforestier intercalaire (SAI)
Ils sont constitués de relations	Relations entre éléments, niveaux, système et environnement	Relations indissociables entre humains et nature	Interrelation des dimensions humaines et biophysiques sur une partie de territoire	Relations humains-espèces ligneuses-cultures agricoles
Ils présentent des capacités d'adaptation	Le SAC s'adapte via des boucles de rétroaction entre différents niveaux.	La gouvernance s'adapte en fonction des ressources, et vice-versa.	Les paysages se transforment en fonction des relations qui s'y tissent.	Les humains, les espèces ligneuses et les cultures s'adaptent et coévoluent.
Leurs comportements suivent des patrons non linéaires dynamiques	L'amplitude de la réponse du système à une perturbation ne peut être prédite à partir de l'amplitude de cette perturbation ; le SAC est donc imprévisible.	De légers changements dans les modes de gouvernance ou dans les stocks de ressources peuvent causer d'importantes conséquences et déstabiliser le SSE.	Les paysages suivent une trajectoire évolutive faite d'états relativement stables et de changements plus brusques.	Les relations cultures-espèces ligneuses sont non linéaires, tout comme la réponse des espèces végétales aux opérations culturales.
Ils sont ouverts	Le SAC interagit avec son environnement pour s'adapter et évoluer.	Les stocks de ressources et les modes de gouvernance sont influencés par les systèmes plus vastes.	Les paysages sont liés aux dimensions humaines et biophysiques des territoires qu'ils occupent.	Le SAI tire son énergie de son environnement et produit des biens et services qui sont utilisés à l'extérieur du système.
Ils présentent des propriétés émergentes	Les propriétés du système sont autres que celles de ses parties.	Les humains et les ressources ne peuvent être compris sans les considérer ensemble.	Le paysage constitue un tout, l'assemblage de ses parties formant une entité globalisante.	Le SAI présente des caractéristiques et un comportement différent de ceux de ses parties séparées.
Preiser et al. 2018	Holland 1992 Levin 1999 Preiser et al. 2018	Berkes et Folke 2002 Preiser et al. 2018	Naveh 2000, 2001 Tress et Tress 2001	Garrett et al. 2009, Rivest et al. 2010

Or, malgré leur contemporanéité et leurs ressemblances, ces cadres ne semblent pas être entrés en dialogue au cours de leur conceptualisation. Par exemple, dans trois écrits publiés à 15 ans d'intervalle, Berkes et Folke ne mentionnent qu'à trois reprises le mot paysage (sur plus de 100 pages!), en l'utilisant exclusivement en tant qu'échelle d'analyse (Berkes 2017, Berkes et al. 2002, Folke 2006). De même, les systèmes socio-écologiques ne font l'objet que d'une mention dans un écrit de Naveh (2004). Il reproche au cadre développé par Elinor Ostrom de s'être limité à l'analyse de la gestion des ressources naturelles, alors que sa portée pourrait être beaucoup plus grande (Naveh 2004). Il semble néanmoins que systèmes socio-écologiques et approches dialectiques des paysages soient relativement proches puisqu'ils émanent de motivations communes concernant la création de systèmes humains et écologiques plus résilients (Berkes 2013), durables²⁴ (Bohnet et Beiling 2015, Wu 2013) et soutenant le bien-être des collectivités humaines via la provision de services écosystémiques (Budiharta et al. 2016, Collins et al. 2011).

Nous l'avons évoqué précédemment, en ne considérant le paysage que comme une échelle d'analyse, les cadres des systèmes socio-écologiques se privent d'une dimension fondamentale de la relation humaine à la nature et à l'espace vécu, celle de la *sensibilité* des personnes et de leur capacité à qualifier leur environnement, qu'elles soient directement impliquées dans le système socio-écologique ou plutôt extérieures. En liant les systèmes socio-écologiques aux paysages, il est alors possible d'intégrer la notion de sensibilité au cadre socio-écologique, et de prendre pleinement compte de cette dimension dans l'analyse de l'évolution de ces systèmes. Pour leur part, les approches dialectiques des paysages ne font pas référence à la notion de système de façon explicite. Or, par ses nombreuses ramifications dans les domaines des sciences naturelles et des sciences humaines, la notion de système gagne à être utilisée, ne serait-ce que pour tenter de réaliser le souhait de Naveh

²⁴ Bien que plusieurs proposent, à l'instar d'Olivier (2021), d'utiliser le mot *soutenabilité* pour parler du concept de *sustainability*, qui en est très près étymologiquement, nous conservons ici le mot durable du fait de sa large utilisation dans le domaine scientifique et dans le langage commun pour parler du même concept.

(2005) et de Wu (2013), soit celui que l'écologie du paysage, et plus généralement les sciences du paysage, deviennent réellement transdisciplinaires.

Dans le cadre spécifique de la thèse, et en lien avec notre sujet de recherche, l'intérêt d'intégrer un cadre systémique dans le cadre conceptuel du paysage apparaît d'autant plus pertinent qu'il est question, précisément, de *systèmes* agroforestiers, auxquels la définition de système socio-écologique colle parfaitement (tableau 2.1), en ce sens que leur existence nécessite une mise en relation étroite et coévolutive entre les agriculteurs (les acteurs) et leur milieu de vie, et que les arbres et les cultures s'influencent mutuellement et forment un sous-système de ce milieu (Chambers 1983, Goven et Morris 2012).

Il semble donc que les notions de système, de système socio-écologique et de paysage restent complémentaires malgré leurs similitudes. En effet, le paysage est un système socio-écologique bien particulier dont l'échelle est elle aussi singulière; un système socio-écologique n'est pas nécessairement un paysage, puisqu'il peut exister des systèmes socio-écologiques à l'échelle des fermes ou des régions entières. De plus, en tant qu'entité visible ou saisissable par les sens, le paysage peut être considéré comme l'instantané d'un système socio-écologique en un temps donné; abordé ainsi, le paysage en est l'image, mais il ne permet pas d'en décortiquer le fonctionnement. Or, en tant que cadre représentant une mécanique de fonctionnement, la notion de système socio-écologique ne fait pas appel à l'imaginaire autant que le paysage. En revanche, la systémique ajoute au concept de paysage ce qui lui manquait de règles générales de fonctionnement en permettant son étude plus systématique; non pas que le paysage était dépourvu de ces règles (le tout vs les parties, les flux, etc.), mais bien que le concept de paysage, depuis ses premières utilisations, ne les avait jamais aussi bien explicitées que ne le fait la systémique. Ainsi, si elles peuvent, à certaines occasions, être synonymes, ces notions restent complémentaires et utiles chacune à leur façon.

2.3. Le cadre retenu : des systèmes socio-écologiques imbriqués et qualifiés

2.3.1. Présentation du cadre général

Le cadre que nous proposons présente les *SAI et les paysages comme des systèmes socio-écologiques qualifiés et imbriqués* (figure 2.5). Les paysages sont *socio-écologiques* parce qu'ils relient humains et nature dans l'action et l'aménagement (dans l'univers tangible). Ils sont *qualifiés* puisqu'ils sont ressentis et vécus par des individus qui les perçoivent (intimement ou plutôt indirectement), les jugent à travers leurs différents filtres perceptuels (histoire, valeurs, culture, etc.) et les intègrent à leurs représentations dans un processus coévolutif. Dans cet esprit, le paysage n'est jamais « neutre » ; il interpelle toujours, d'une manière ou d'une autre, l'individu avec lequel il entre en relation (Poullanouec-Gonidec et al. 2005, Schroeber 2010).

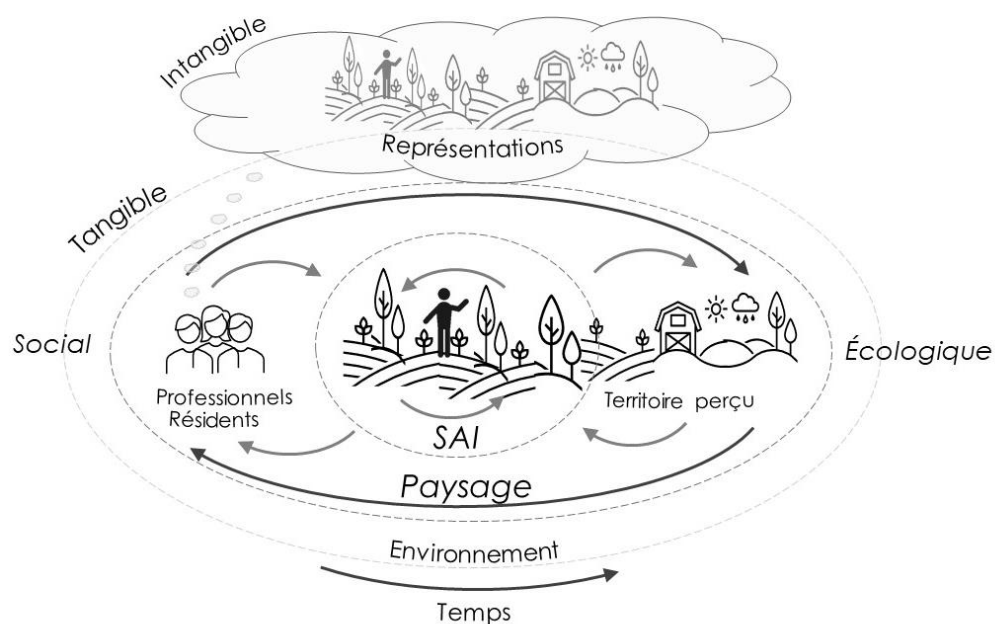


Figure 2.5. Les SAI et les paysages, des systèmes socio-écologiques imbriqués et perçus.

Les SAI sont représentés comme des systèmes socio-écologiques où humains (gestionnaires du système, le plus souvent des agriculteurs), espèces ligneuses et cultures agricoles sont reliés et forment un système. Ce système est intégré au sein du paysage, constitué de dimensions sociales (professionnels, résidents) et écologiques (territoire) et comportant, tout comme le paysage, des dimensions sociales et écologiques indissociables qui lui confèrent des caractéristiques propres. Les acteurs du SAI (agriculteurs) et du paysage (professionnels, résidents) perçoivent les territoires et les SAI, et se les représentent mentalement, dans l'univers de l'intangible.

Le SAI se déploie, en contexte québécois, à l'échelle des parcelles ou des fermes. Ce système socio-écologique s'imbrique dans le paysage et crée des liens avec celui-ci, formant un sous-système du paysage (figure 2.5). Ces systèmes *imbriqués* comportent donc des dimensions relevant des sous-systèmes sociaux et écologiques, mais aussi des univers tangible et intangible.

Le fait de placer les SAI et les paysages dans un cadre systémique permet 1) d'articuler plus facilement les dimensions sociales et écologiques à différentes échelles (Berkes et Folke 2002, Bohnet et Bailing 2015), 2) de mettre l'accent sur les *propriétés émergentes* des systèmes (les SAI et les paysages possèdent des caractéristiques qui sont différentes de la somme de leurs éléments²⁵ et doivent donc être abordés comme tels, et non à travers un travail de décortication de leurs dimensions (Tress et Tress 2001) et 3) de mettre en évidence les *dynamiques coévolutives* qui animent les paysages et les SAI, tant dans leurs réalités matérielles que dans les idées et valeurs que portent leurs acteurs (Arts et al. 2017, Naveh 2000, Ruiz et Domon 2012). Ces systèmes sont finalement placés dans un environnement plus global où des réalités matérielles existent et sont aussi perçues et qualifiées par les acteurs pour constituer autant d'aspects qui influencent les dynamiques systémiques.

À la différence des schémas illustrant la nature dialectique des paysages présentés précédemment, celui que nous proposons illustre des sous-systèmes (SAI, paysages, environnement) imbriqués, et non contigus, ce qui reflète mieux, selon nous, la réalité des paysages et permet de mieux concevoir les liens et les propriétés émergentes d'un niveau (ou sous-système) à l'autre (figure 2.5). Notre cadre diffère aussi des cadres dialectiques et se rapproche du système socio-écologique de Berkes et Folke (2002) puisque plutôt que de reposer sur un tryptique *bios-geos-noos* qui soit limité au système où est « produit » le paysage, les forces créatrices que sont les forces sociales, écologiques et les représentations sont situées aux pôles (gauche, haut et droite) du schéma (figure 2.5). Cette disposition

²⁵ Cette notion de propriété émergente sera mise en évidence dans les résultats du chapitre 5.

permet, selon nous, de mieux illustrer que ces forces exercent leurs influences mutuelles à diverses échelles, et non seulement à celle du paysage.

2.3.2. Résilience, paysages durables et SAI

Nous l'avons évoqué au chapitre 1, les paysages évoluent constamment selon des trajectoires diversifiées qui dépendent de facteurs de différentes natures (écologiques, politiques, sociaux, culturels, économiques, spirituels, etc.) qui influencent le paysage de l'intérieur comme de l'extérieur. Si les paysages reflètent toujours, jusqu'à un certain point, le « passé » (Domon 2000) puisqu'ils sont ancrés dans le temps, ils peuvent aussi, comme le proposait Naveh (2000) et le démontrait Ambroise (2005), être le reflet des espoirs de ce que l'on veut voir advenir et ainsi être non plus des rappels de ce qui a été, mais des appels, plus ou moins radicaux, au changement. Ainsi, les paysages, et conséquemment les sous-systèmes qui les forment, peuvent être des marqueurs de continuité ou de rupture avec le passé.

La question est maintenant de savoir à quel moment encourager la continuité, et à quel moment provoquer la rupture. À cet égard, la notion de résilience apporte quelques éléments de réponse. La résilience, nous l'avons vu, réfère à la capacité d'un système socio-écologique à absorber les chocs et à s'adapter au changement en se transformant sans pour autant affecter son fonctionnement et son état général (Folke et al. 2010, Walker et al. 2004). La résilience permet donc à un système de poursuivre sa trajectoire évolutive même en présence de perturbations extérieures. Or, comme le souligne Folke (2016), les paysages n'évoluent pas nécessairement toujours vers le « mieux » ; certaines trajectoires, pour différentes raisons, s'avèrent parfois être des culs-de-sac puisqu'elles s'éloignent de l'idéal recherché, souvent parce que celui-ci a changé au fil du temps (Holling et al. 1995, Sterner et al. 2006). Ces trajectoires indésirables imposent alors de diminuer la résilience du système (ou du paysage) pour faciliter sa transition vers un autre état, vers une autre trajectoire (Enfors 2013, Marshall et al. 2012).

L'intégration des SAI dans les paysages n'est donc pas toujours possible, ni même souhaitable; elle doit pouvoir se justifier en regard de la trajectoire évolutive du paysage et de ses différentes dimensions. Dans la perspective où, dans le cadre de notre travail, l'accent est mis sur la construction de paysages durables, l'intégration des SAI dans les paysages s'avère souhaitable lorsqu'elle 1) accroît la résilience de systèmes qui sont sur une voie de durabilité ou 2) participe au changement de trajectoire de systèmes qui s'avèrent être sur une voie qui est non durable, en accroissant leur capacité à passer le seuil qui les fera changer de régime (Folke et al. 2016, Ollivier et al. 2018).

L'évolution des paysages vers une plus grande durabilité, qu'elle nécessite ou non un changement d'état du système, ne peut être accomplie de façon pérenne qu'en considérant à la fois les dimensions écologiques et sociales des paysages (Folke 2016, Walker et al. 2014). L'intégration des SAI doit pouvoir se faire à un moment (dimension temporelle), dans un lieu (dimension spatiale) et selon des paramètres (qui modulent l'aménagement, les processus de prise de décision, etc.) qui sont en phase avec les différentes dimensions socio-écologiques des paysages. En d'autres mots, l'intégration devient *souhaitable* lorsque ces systèmes s'avèrent cohérents, soit en phase, avec les différentes dimensions des paysages, et lorsque cette intégration permet de poursuivre ou d'infléchir la trajectoire paysagère vers la durabilité. Cette position est soutenue par la théorie des systèmes : si tout sous-système influence le grand système, tout grand système influence aussi ses sous-systèmes; Bertalanffy allant même jusqu'à dire que « le tout se reflète dans chacune des parties » (Bertalanffy 1973, Le Moigne 2006). Conséquemment, les SAI doivent aussi, en quelque sorte, « refléter » le tout, et donc s'avérer cohérents avec les paysages dans lesquels ils s'inscrivent.

2.3.3. *La cohérence paysagère*

La notion de cohérence paysagère est un concept que nous introduisons et qui mérite quelques lignes. La cohérence paysagère a été utilisée par Antrop (2005) pour référer à la lisibilité historique d'un paysage, qui émane de l'agencement et des propriétés des éléments qui le composent et qui en font un tout unifié (Antrop 2000, 2005). Antrop affirme en effet qu'afin de conserver un certain degré de lisibilité historique et de pertinence culturelle, les

paysages culturels doivent, au fil du temps, préserver certaines caractéristiques leur permettant de maintenir leur caractère intrinsèque, un peu comme un visage reste reconnaissable au fil du temps malgré le vieillissement (Antrop 2005). Dans cette perspective, la cohérence est considérée comme maintenue à travers le temps si les changements apportés n'en ont pas altéré la nature et qu'il reste reconnaissable. La cohérence est différente de l'harmonie visuelle qui désigne pour sa part la manière dont les différents éléments du paysage s'agencent, et qui fait appel aux notions de concordance et de discordance qui influencent généralement l'appréciation esthétique (un paysage présentant des éléments concordant étant plus harmonieux, et donc plus apprécié, qu'un paysage présentant plusieurs éléments discordants)²⁶. L'harmonie est donc une caractéristique au temps x , alors que la cohérence s'observe dans le temps. Telle que présentée par Antrop, la cohérence paysagère peut être comprise comme la *cohérence interne* d'un paysage : la cohérence existe si le paysage reste cohérent avec lui-même au fil du temps. Un paysage de champ cultivé qui reste cultivé au fil du temps conserve un certain niveau de cohérence interne, et ce même si l'espèce cultivée change, alors qu'un paysage cultivé qui s'urbanise voit sa cohérence diminuer.

Telle que nous l'entendons dans le cadre de la thèse, la **cohérence paysagère** est différente, ou plutôt plus large que la seule cohérence dans le temps; elle désigne la cohérence d'un sous-système (ici, les SAI) avec l'ensemble des dimensions socio-écologiques du plus grand système (le paysage), que ces dimensions fassent référence aux dimensions visuelles, biophysiques, culturelles, spirituelles, politiques, économiques, etc. des paysages. La cohérence paysagère est ainsi un indicateur qui permet d'évaluer, à un temps donné, l'adéquation d'un nouveau système avec les composantes écologiques et sociales du paysage

²⁶ Notons aussi qu'un paysage discordant pourrait être considéré comme « cohérent » si les éléments de discordance ont une importance historique et qu'ils permettent de lire l'évolution du paysage. Une épave au milieu d'un paysage désertique peut être considérée comme un élément discordant, mais offrant néanmoins une clé de lecture paysagère importante : on comprendra alors que le paysage actuel était autrefois un plan d'eau qui s'est asséché. L'épave permet alors au paysage de conserver une certaine cohérence. L'emblématique barrage Manic 5 est aussi un élément paysager discordant (une immense structure dans un paysage naturel), mais culturellement cohérent puisqu'il évoque un projet de société qui allait au-delà de la construction de barrages.

et, incidemment, d'évaluer la facilité d'intégrer ce nouveau système à ce contexte paysager. La cohérence paysagère nécessite d'abord un point de référence temporel à partir duquel la cohérence du système à intégrer sera évaluée. S'il peut s'agir, comme le propose Antrop (2005), d'ancrer le point de référence dans le passé, il peut être tout aussi légitime d'envisager que le point de repère soit le présent ou le futur, comme le proposent d'ailleurs les démarches de « projets de paysage » au cours desquelles les citoyens sont invités à imaginer les paysages de demain (Domon et al. 2005). Si, en se référant au passé, la cohérence paysagère « enferme » le paysage dans une certaine identité déjà acquise et en limite le changement, il en est tout autrement lorsqu'on choisit un point de référence qui se situe dans le présent ou le futur : dans ces deux derniers cas, on cherchera à atteindre une cohérence qui peut ne pas encore être, et dès lors des changements s'imposeront (Domon et al. 2005, Tremblay 2015). L'atteinte d'une cohérence paysagère exigera donc, dans les cas où les paysages actuels s'avèrent incohérents avec le point de référence choisi, des modifications qui pourraient, à la rigueur, totalement modifier le paysage. Dans le cas présent, nous nous intéressons à la *cohérence actuelle* des systèmes agroforestiers intercalaires dans les paysages agricoles, en gardant toutefois à l'esprit que l'intégration de ces systèmes ne vise pas à maintenir les paysages tels qu'ils le sont actuellement, mais plutôt à les modifier (radicalement) en cohérence avec un certain *projet*, soit celui de la construction de paysages durables²⁷. Autrement dit, le contexte paysager actuel est-il cohérent avec un projet de paysage durable qui impliquerait l'intégration d'arbres en rangées au sein des parcelles cultivées?

La cohérence paysagère comporte également des dimensions sociales et écologiques. Du point de vue des dimensions sociales, celles-ci peuvent être multiples : culturelles, perceptuelles, économiques, politiques, institutionnelles, sanitaires, etc. (Pinto-Correia et Kristensen 2014, Tress et Tress 2001, Ruiz 2015). Les dimensions écologiques sont tout aussi nombreuses : sols, eau, climat, diversité biologique, flux de matière et d'énergie, etc. (Naveh

²⁷ Ce désir de construire des paysages durables émane évidemment de l'équipe de recherche, puisque nous n'avons pas investigué les désirs des populations que nous avons rencontrées. Par contre, en regard des connaissances actuelles, il semble que ce désir, bien qu'il ne soit pas ancré dans les perceptions territoriales, n'en soit pas moins légitime, du moins du point de vue scientifique, puisqu'il intègre la notion de bien-être des populations.

2001, Ruiz et Domon 2012). Dans chacun de ces grands pôles sociaux et écologiques, la cohérence se décline en deux aspects : celui, d'abord, de *l'adaptation* aux conditions (sociales et écologiques) du paysage, et celui de la *réponse donnée* aux enjeux sociaux et écologiques vécus à l'intérieur du paysage, ce dernier aspect étant lié au projet de paysage durable. Dans une perspective de construction de paysages durables à travers l'intégration de SAI, l'adaptation aux conditions actuelles sera un indicateur de la facilité à intégrer le SAI au paysage, et la réponse donnée aux enjeux un indicateur de sa capacité à participer, à plus long terme, à la construction de paysage durables.

La cohérence paysagère n'est donc ni un concept qui enferme le paysage dans un état statique, ni qui empêche son évolution. De plus, si une plus grande cohérence facilitera l'implantation d'un système dans un paysage, une cohérence faible ne signifiera pas nécessairement qu'il sera impossible (ou non pertinent) de l'y implanter, mais simplement que l'intégration de ce nouveau système se fera dans un contexte moins propice (que ce soit sur le plan social et des perceptions, ou sur le plan écologique, quoique cette dernière possibilité soit plutôt improbable dans le cas des SAI). Nous posons donc que plus les SAI s'avéreront cohérents avec les dimensions sociales et écologiques actuellement retrouvées dans les paysages, plus ils seront faciles à intégrer à ces paysages, cette intégration étant une condition primordiale à leur participation à la construction de paysages durables, soit en accroissant leur résilience ou en la réduisant pour faciliter le changement.

La prochaine section donne plus de détails sur les dimensions que nous avons choisies d'aborder dans le cadre de cette recherche, et donne un aperçu des approches retenues.

2.4. Cadre opératoire et dimensions choisies

2.4.1. Une approche ex-ante

Nous avons choisi d'étudier le potentiel d'intégration des SAI dans les paysages *avant* leur intégration dans ces paysages, et non de réaliser une étude d'impact à posteriori. L'avantage d'une étude *ex-ante* est qu'elle facilite le dialogue entre les parties (Meynard et al. 2006) et

peut ainsi mener à l'identification de problématiques qui, une fois connues, pourront être atténuées ou contournées lors de l'implantation réelle des systèmes (Samset et Christensen 2017), ou mener littéralement au renoncement de l'implantation des SAI s'il s'avère que ces systèmes ne génèrent pas l'enthousiasme requis. L'approche a donc un réel intérêt dans une perspective prospective.

Une autre caractéristique de cette approche est qu'elle exige, évidemment, un effort de projection dans le futur (Loyce et Wery 2006, Meynard et al. 2006) et qu'elle repose sur des paysages qui, pour l'instant, relèvent au moins en partie de l'imaginaire. On entre alors dans une démarche de « projet de paysage » plutôt que de conservation ou d'atténuation d'impact, ce qui implique un investissement différent et une posture face aux paysages foncièrement différente, puisque les acteurs deviennent créateurs (à la manière des artistes), et non simplement gardiens (à la manière de conservateurs de musées, par exemple) (Tremblay et Gariépy 2018). Si le recours à des scénarios paysagers illustrés offre un certain ancrage qui permet de guider le travail mental de création, il n'en reste pas moins que l'effort d'imaginer ces scénarios comme étant des paysages réels, et de les transposer dans un territoire donné, reste essentiellement un travail mental sur lequel nous ne pouvons exercer de véritable contrôle. Conséquemment, les résultats qui émaneront de nos recherches devront être interprétés avec prudence. La qualité des scénarios photo sera donc importante, car elle garantira en quelque sorte un ancrage le plus « réel » possible.

2.4.2. L'échelle

Le chapitre 1 a montré l'existence de deux grandes dynamiques paysagères au sein de l'espace agricole québécois : la dynamique d'intensification et la dynamique de déprise. Même si ces dynamiques se croisent au sein de l'ensemble des territoires, certains d'entre eux, de par leurs caractéristiques socio-écologiques, vivent ces dynamiques à des degrés divers. Nous avons donc retenu dans le cadre de cette recherche des territoires qui présentent un contraste suffisant sur ce plan pour comprendre comment les SAI peuvent s'avérer cohérents ou non dans des contextes diversifiés. L'échelle des municipalités régionales de

comté (MRC) fut retenue pour identifier les acteurs qui sont les plus enclins à être en contact avec une dynamique ou l'autre.

Le choix de la MRC comme territoire d'analyse se justifie aussi sur le plan de la gouvernance. En effet, au Québec, la gestion des paysages n'est pas encadrée en tant que telle, sauf lorsqu'il est considéré comme patrimoine culturel (Conseil québécois du paysage 2000). Ainsi, l'enjeu de paysage ne surgit, ici, que lorsqu'il est menacé par un projet d'infrastructure nécessitant une évaluation et son approbation par le BAPE (Bureau d'audiences publiques en environnement), et ne fait pas encore réellement l'objet d'une prise en charge collective étendue (Fortin 2001, Montpetit et al. 2002) sauf dans certains cas où les paysages sont une ressource pour les MRC (Table de concertation sur les paysages 2019). Or, les MRC possèdent certains pouvoirs qui les habilitent à prendre des décisions qui ont un impact sur les paysages et, en particulier, les paysages agricoles. Les municipalités peuvent demander le retrait de superficies zonées agricoles dans le cadre de démarches collectives (Doyon et al. 2016), elles disposent de *Plans de développement de la zone agricole* qui, sans être prescriptifs ni contraignants, les aident à identifier les enjeux et les obstacles vécus sur leur territoire et à poser les actions nécessaires pour rendre la zone agricole plus cohérente avec les attentes sociales, elles peuvent resserrer les règles environnementales (MELCC 2020). L'aménagement du « reste » du territoire, lui, est confié aux MRC, en conformité de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (chapitre A-19.1), subordonnée à la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (chapitre P-41.1). En abordant les paysages à l'échelle territoriale, nous nous assurons d'articuler les limites paysagères imposées par les relations complexes entre matérialité socio-écologique et perceptions, d'une part, aux limites des territoires gouvernés sur lesquels les citoyens et les instances publiques ont une emprise décisionnelle collective, d'autre part. Finalement, du côté méthodologique, les MRC constituent des bassins d'acteurs assez grands et des territoires assez circonscrits pour répondre à nos objectifs de recherche. Les MRC choisies sont décrites au prochain chapitre.

2.4.3. Les dimensions de la cohérence paysagère retenues dans l'étude

À l'instar de Juignet (2019), nous considérons que les outils, cadres et modèles restent avant tout heuristiques ; l'approche systémique ne doit pas empêcher de creuser certains aspects des systèmes plus en profondeur, tant que la vision d'ensemble reste présente à l'esprit et qu'elle se ressent dans l'analyse. C'est pourquoi nous n'avons exploré que certaines dimensions de la cohérence paysagère des SAI dans le cadre de cette thèse. La dimension sociale fut analysée à travers deux sous-dimensions :

- le regard de certains acteurs situés à l'interface entre les systèmes agricoles et les territoires sur l'intérêt et la place des SAI dans les paysages, et
- l'appréciation visuelle des paysages par les résidents des milieux où ils pourraient être implantés.

Les dimensions écologiques ont aussi été analysées selon deux sous-dimensions :

- les services écosystémiques rendus par les SAI et leurs impacts potentiels sur les enjeux vécus à l'échelle des territoires agricoles;
- les possibilités de sites d'implantation, de choix d'espèces ligneuses et de disposition des rangées d'arbres en fonction des conditions biophysiques prévalant sur les territoires agricoles.

Les dimensions écologiques furent étendues à l'ensemble du territoire agricole québécois, puisque les territoires choisis pour l'étude regroupaient déjà des conditions qui se situent aux extrêmes des conditions retrouvées sur le territoire de la zone agricole. De plus, dans le respect de notre cadre théorique, ces dimensions furent, le plus souvent, étudiées conjointement ou l'une en lien étroit avec l'autre.

Certaines dimensions resteront ainsi peu touchées. La question des politiques agricoles et forestières, mais aussi de l'aménagement du territoire, du développement rural et de l'environnement resteront couvertes en filigrane, au fil des réflexions qui seront soulevées par les résultats. Ces questions furent éludées non par manque d'intérêt ou de pertinence, mais bien puisqu'il s'est avéré nécessaire de faire des choix quant aux thèmes à approfondir

dans le cadre de la thèse. D'ailleurs, la conviction de l'importance des politiques dans l'évolution des pratiques agroforestières, mais aussi de l'enseignement, de la recherche et du conseil en agroforesterie nous a poussés à mener des recherches sur ce contexte politique, en parallèle des travaux liés spécifiquement à la thèse. Ces travaux sur les politiques ont d'ailleurs fait l'objet de publications scientifiques (voir Laroche et Olivier 2015, Hotelier-Rous et al. 2021).

La question de la rentabilité privée et publique des SAI, qui pourrait faire l'objet d'une thèse en soi, sera aussi éludée. De plus, la littérature sur ces aspects économiques reste pour le moment famélique, ce qui limite toute forme d'analyse de données secondaires, et les systèmes actuels sont encore trop jeunes pour qu'un portrait de l'intérêt économique réel de ces systèmes puisse être dressé à partir des expériences vécues chez les agriculteurs.

2.4.4. Les acteurs ciblés

À qui appartiennent les paysages? Qui en est responsable, qui dicte ou devrait influencer leur trajectoire évolutive? Tout projet de paysage implique certains acteurs. Dans le cas spécifique des paysages agricoles et agroforestiers du Québec, plusieurs types d'acteurs y sont impliqués. Les agriculteurs, d'abord, puisque c'est de leurs pratiques que naissent les paysages agricoles. Les conseillers, qu'ils soient agricoles ou forestiers, vendeurs, employés de l'État ou autres, exercent aussi une influence sur le devenir des systèmes agricoles et, conséquemment, des paysages, par les approches qu'ils préconisent et les idées qu'ils proposent aux agriculteurs. Les aménagistes et responsables du territoire, de par leur vision d'ensemble et leur proximité avec les instances décisionnelles à l'échelle territoriale et provinciale, mais aussi de par leur implication dans différents dossiers touchant directement ou indirectement le milieu agricole (comités de bassins versants, comités de gestion des ressources naturelles, etc.), peuvent aussi avoir une influence sur la détermination de certains paramètres paysagers qui, ultimement, influenceront l'évolution des paysages à l'échelle plus locale (Association des Aménagistes Régionaux du Québec [AARQ], 2021). Les habitants des milieux ruraux, en leur qualité de citoyens « demandeurs » et « consommateurs » de paysages agricoles, et aussi du fait qu'ils puissent s'organiser pour protéger, plaider ou

contester certains projets qui peuvent avoir une influence sur les paysages, font aussi partie de ces acteurs de projets paysagers. Les acteurs des milieux gouvernementaux et économiques, mais aussi culturels et artistiques, prennent aussi part à ces projets de façon plus ou moins directe selon les cas, les uns en prescrivant les usages permis et proscrits, les autres participant, par exemple, à placer certains paysages dans l'imaginaire collectif. D'autres acteurs plus distants, tels que les habitants des grands centres, les organisations internationales, les systèmes sociopolitiques et d'autres, influencent aussi le devenir des paysages agricoles par leurs demandes, leurs intérêts et les idées qu'ils instillent, notamment. En fait, selon l'ampleur du projet et l'angle d'analyse, le nombre d'acteurs influençant le paysage change et peut, ultimement et pour prendre une position extrême, concerner l'ensemble de la planète.

En cohérence avec notre cadre qui place les SAI au cœur des paysages, les acteurs ciblés dans notre étude sont les acteurs qui se situent à l'interface du système paysage et du SAI. Nous les avons divisés en deux catégories : les acteurs qui, par leurs actes professionnels, peuvent influencer l'aménagement des SAI, d'une part, et ceux qui gardent avec les SAI une distance plus grande. La première catégorie regroupe les conseillers agricoles et forestiers, les aménagistes et les élus qui travaillent sur les territoires, ainsi que les experts des SAI qui ne travaillent pas nécessairement sur les territoires mais qui, par leurs conseils, influencent leur aménagement. La deuxième catégorie regroupe l'ensemble des résidents des MRC qui ne sont pas directement en lien avec les systèmes agroforestiers, donc qui travaillent à l'extérieur des domaines de l'aménagement, de l'agriculture et de la foresterie.

Le choix de s'intéresser aux conseillers agricoles et forestiers s'impose puisque la littérature s'est, jusqu'à maintenant, peu intéressée à leurs perceptions et visions de l'agroforesterie, préférant plutôt se concentrer sur les facteurs d'adoption à l'échelle des fermes et donc aux agriculteurs (Amare et Darr 2020, Louah et al. 2017, Marchand et Masse 2008, Rogers 2010). Or, bien qu'ils ne soient pas les premiers décideurs, les conseillers agricoles et forestiers n'en infléchissent pas moins les trajectoires d'évolution des systèmes (Lassoie et Buck 2000). Leurs perceptions sont d'autant plus importantes à prendre en compte que leur influence

s'exerce sur plusieurs systèmes de production à l'échelle d'un même territoire ; les considérer dans une étude adoptant une perspective paysagère s'avère donc tout aussi cohérent que nécessaire.

Au Québec, les perceptions des professionnels n'ont encore jamais été investiguées de façon systématique. Les quelques études ayant eu cours aux États-Unis auprès de certains professionnels ayant de l'expérience en sylvopastoralisme (Shrestha et al. 2004) ou en agroforesterie en général (Lassoie et Buck 2000, Workman et al. 2003) ont révélé que ces agents de première ligne étaient conscients des bénéfices des systèmes agroforestiers, surtout en ce qui a trait à leurs bénéfices publics (esthétique des paysages et protection de l'eau et de la biodiversité, notamment). Le manque de structure de soutien et l'absence de marché pour certains produits agroforestiers constituaient, selon eux, les principaux freins à leur adoption (Lassoie et Buck 2000, Shrestha et al. 2004, Workman et al. 2003). Malgré tout, les professionnels semblaient globalement estimer que les avantages des systèmes agroforestiers dépassaient leurs inconvénients (Lassoie et Buck 2000, Shrestha et al. 2004). Ces résultats rejoignent, dans une certaine mesure, les perceptions des professionnels italiens interrogés par Camilli et al. (2017) : dans les deux cas, ceux-ci estimaient en effet que les systèmes agroforestiers avaient leurs mérites, mais que l'environnement socio-technique dans lequel ils s'inscrivaient était loin d'être favorable à leur adoption.

Si ces études révèlent des similitudes entre les perceptions des professionnels quant à l'intérêt ou la faisabilité de certains systèmes agroforestiers, qui peuvent nous mettre sur la piste des perceptions que nous pourrions retrouver au Québec, elles n'ont toutefois pas impliqué ces professionnels dans un processus de réflexion territorial, ni ne les ont invités à se prononcer sur la place potentielle de ces systèmes dans les territoires. Nous croyons que l'apport des professionnels peut aussi se faire à ces deux niveaux ; c'est pourquoi nous avons décidé de les impliquer de la sorte lors de nos enquêtes.

En plus des conseillers agricoles et forestiers, deux autres groupes de personnes actives au sein des territoires méritent d'être sondés quant à la place et à l'intérêt des SAI : les aménagistes et les élus. Les premiers, en leur qualité d'experts des territoires et de l'affectation des terres, sont en mesure d'aborder le territoire dans sa perspective intégrée, en liant espaces agricoles et forestiers aux espaces dédiés à d'autres usages. Leur influence sur le développement des territoires est donc non négligeable. Les élus, pour leur part, sont ceux qui portent les dossiers et la vision du territoire, au nom des citoyens ; leur intérêt envers les SAI se doit donc d'être abordé pour mieux comprendre comment ces systèmes s'inscrivent dans le projet de territoire qu'ils portent. En plus de ces considérations techniques, ces professionnels, en appartenant à des structures sociales, des groupes ou des courants de pensée qui reflètent les époques, les valeurs et les politiques propres à un lieu donné et à des domaines particuliers, sont autant d'indicateurs des forces de fond qui, tout en prenant leur source à l'extérieur des territoires, les animent; intégrer ces professionnels à un projet qui scrute les dimensions sociales dans une perspective paysagère prend donc tout son sens puisque ces acteurs permettent de faire le lien entre le contexte social territorial et certains éléments du contexte plus global.

Enfin, les habitants des milieux ruraux où pourraient s'inscrire (ou s'inscrivent déjà timidement) les SAI constituent les derniers acteurs qui seront sondés, pour les raisons évoquées précédemment.

Dans la perspective de notre étude, l'échelle de la ferme sera délibérément à peu près laissée de côté, pour laisser la plus grande place aux acteurs qui, d'un peu plus loin, interagissent avec les agriculteurs. Ce choix « d'ignorer »²⁸ les agriculteurs, premiers artisans des paysages agricoles, peut laisser perplexe; n'est-il pas en effet important de comprendre la relation qu'entretiennent ces acteurs avec leur propre système d'exploitation et avec les paysages en général afin de mieux comprendre en quoi les SAI peuvent s'avérer pertinents ou non pour

²⁸ Nous verrons au chapitre 3 que ce n'est pas tout à fait exact; certains agriculteurs furent intégrés à quelques activités d'enquête. Néanmoins, leur voix reste peu amplifiée par rapport à celle des autres acteurs.

eux? Évidemment, la réponse est affirmative, d'autant que le fossé entre agriculteurs et non-agriculteurs semble se maintenir sur certains aspects touchant à l'aménagement des espaces agricoles tels que la diversité spécifique et la place des éléments naturels et non productifs²⁹ (Howley 2011, Junge et al. 2015). Le choix de laisser les agriculteurs et l'échelle de la ferme plutôt « hors » de l'analyse relève avant tout d'un choix éditorial - nous l'avons dit, les cadres comportent toujours une part de subjectivité - qui se justifie néanmoins : les systèmes d'exploitation agricole, et donc les SAI, contribuent à la formation de paysages qui influencent ensuite l'ensemble de la collectivité qui est nécessairement en relation avec ceux-ci (Ruiz et Domon 2009, Burton 2012, Franco et al. 2003). C'est pour rappeler la dimension collective fondamentale des paysages (Deffontaines 2001, Gerbert et Hess 2017), et donc des fermes et des SAI, que nous avons décidé de porter notre regard sur les acteurs moins directement impliqués dans les paysages agricoles. Cet intérêt s'inscrit aussi dans la perspective du développement d'une « agronomie de paysage », ce qu'un nombre croissant de chercheurs appellent à développer pour mieux réconcilier agriculture, résilience et durabilité (Benoît 2012, Sayer et al. 2013, Rizzo et al. 2013, Poggi et al. 2018). En fait, en ne mettant pas les agriculteurs au centre de l'analyse, nous considérons que la responsabilité de l'aménagement du territoire agricole ne leur appartient pas uniquement; c'est aussi une **responsabilité collective** qu'il faut, conséquemment, investir et assumer ensemble (Michelin et Candau 2010, Plieninger et al. 2020). Nous visons, par là même, à resolidariser agriculteurs et non-agriculteurs autour de leur rôle commun de citoyen et d'habitant d'un même territoire en mettant en lumière le rôle des non-agriculteurs dans la gestion des systèmes agricoles. L'adoption d'une perspective paysagère permet aussi de vérifier que l'éventuelle demande pour la mise en place de SAI au sein des exploitations agricoles n'émane pas seulement de considérations scientifiques et d'une approche de transfert des connaissances (Ollivier et al. 2018), mais qu'elle émane, et est supportée, aussi, par les collectivités.

²⁹ D'ailleurs, ceci semble tellement évident que nous pensions sincèrement que d'autres équipes ou étudiants allaient, en parallèle, attaquer ce sujet pendant la réalisation de ce projet, ce qui ne fut malheureusement pas le cas.

Nous sommes conscients que cette approche collective des paysages est, au Québec, plutôt innovante, puisqu'il semble que les paysages mobilisent davantage les citoyens lorsqu'ils sont menacés (par des projets d'infrastructure publique, de développement domiciliaire ou d'exploitation des ressources, notamment) que lorsqu'ils sont à construire (Domon 2000, Montpetit et al. 2002). Cependant, celles-ci semblent prendre un certain envol, notamment à travers des travaux d'évaluation des paysages menés par des MRC non seulement dans une perspective de consommation de paysages touristiques (Montpetit et al. 2002), mais aussi dans une perspective d'amélioration du cadre de vie des habitants (Les Maskoutains, Kamouraska, Lotbinière et Charlevoix-Est en sont quelques exemples). Il semble donc approprié d'ancrer notre démarche dans cette perspective.

2.4.5. L'appréciation des paysages

Dans le cadre de la thèse, nous adoptons une posture qui fait du paysage un élément qui émane de la relation qu'entretient un individu avec la portion de territoire qu'il perçoit (Naveh 2000, Tress et Tress 2001). Ainsi, nous nous éloignons des perspectives universalistes et objectivantes qui donnent au paysage des caractéristiques esthétiques universelles, pour nous approcher des postures qui reconnaissent la singularité de l'expérience paysagère pour chaque personne ou groupe de personnes. En cohérence avec cette posture, l'appréciation des paysages dépend donc à la fois des caractéristiques intrinsèques du paysage, des individus qui le perçoivent et de la *relation* que ces individus lient avec ce paysage (Brooks 2018, Domon et Ruiz 2015, Lothian 1999).

2.4.5.1. Les caractéristiques du paysage

En ce qui concerne les caractéristiques du paysage, nous considérons, en cohérence avec l'approche systémique, que les caractéristiques du paysage (forme, éléments, position, profondeur, couleurs, etc.) n'ont pas de valeurs intrinsèques; leur valeur est dépendante et indissociable du tout que forme le paysage (Brooks 2018, Zube et al. 1982). Cette posture se démarque de certaines approches qui attribuent au paysage une valeur globale en agrégeant les valeurs de chacune de leurs composantes prises individuellement (Dachary-Bernard

2007). Ainsi, lorsqu'un élément du paysage change, c'est tout le paysage qui change; l'élément n'a pas d'importance en lui-même, mais uniquement dans sa relation avec les autres éléments présents au sein du paysage. Cette posture ne signifie pas qu'il soit impossible d'identifier certains déterminants ayant plus d'impacts que d'autres sur l'appréciation des paysages, mais simplement que l'effet de ces éléments sur l'appréciation paysagère ne peut être décontextualisé (Ruiz et al. 2012).

La littérature sur l'appréciation des paysages recense de nombreux éléments des paysages pouvant influencer positivement cette appréciation. En outre, le degré de naturalité (i.e. l'apparence naturelle, non altérée par l'activité humaine) d'un paysage semble l'un des éléments influençant le plus l'appréciation paysagère (Franco et al. 2003, Herzog et al. 2000, Kaplan et Kaplan 1989, Strumse 1994, Rogge et al. 2007, Van den berg et al. 1998). La naturalité des friches et des boisés, de même que des arbres en milieu agricole, pourrait donc expliquer leur appréciation. Les éléments humains ont montré qu'ils pouvaient ajouter de la valeur aux paysages « naturels » si ceux-ci s'avéraient bien intégrés, ou en harmonie, avec le paysage (Kaplan et Kaplan 1989). Par exemple, en Belgique, Rogge et al. (2007) ont montré que des paysages ruraux intégrant des champs cultivés étaient plus appréciés que les paysages comportant seulement des arbres et des espaces semblant non aménagés. Ainsi, un certain degré d'aménagement des paysages peut aussi être un facteur augmentant l'appréciation paysagère, en autant que l'aménagement ne brise pas l'harmonie générale du paysage. Le degré d'ouverture des paysages est aussi un élément influençant positivement l'appréciation des paysages, pour autant que le paysage s'ouvre sur une vue qui est appréciée (Herzog et al. 2000, Kaplan et Kaplan 1989, Strumse 1994). La diversité des formes et des couleurs présentes dans le paysage, en autant que celles-ci participent à son harmonie, sont aussi des facteurs d'appréciation, alors que des paysages très homogènes sont généralement peu appréciés (Arriaza et al. 2004). Les formes et les couleurs peuvent être influencées par la diversité des espèces présentes et leur agencement (Strumse 1994), mais aussi par les variations saisonnières (Palang et al. 2005). Les paysages les plus appréciés sont donc généralement ceux qui présentent des éléments naturels, un certain degré de diversité et

d'aménagement, des éléments humains bien intégrés au cadre naturel, mais surtout une grande harmonie (Antrop 2005).

2.4.5.2. Les caractéristiques des individus

Le jugement porté par les individus sur le paysage peut être influencé par des caractéristiques individuelles (âge, sexe, expérience, formation, valeurs, attitudes par rapport à l'environnement, acuité sensorielle, etc.) ou des caractéristiques que l'individu partage avec un groupe (culture, profession, etc.) (Brooks et al. 2018, Kaplan et Kaplan 1989, Soleka et al. 2019, Vanderheiden et al. 2013, Ruiz et Domon 2009, Vouligny et al. 2009). Par exemple, dans leur étude réalisée au Québec, Benjamin et al. (2007) ont montré que les personnes plus sensibles aux questions environnementales appréciaient davantage les friches que les personnes présentant une attitude neutre par rapport à ces questions. De même, Burton (2012) et Van de Berg (1998) ont bien expliqué comment et pourquoi les normes agricoles influençaient les préférences paysagères des agriculteurs qui s'avèrent, à plusieurs égards, différentes des préférences des citoyens non-agriculteurs, les premiers appréciant davantage les paysages correspondant à des champs bien entretenus. Ces caractéristiques agissent comme des filtres qui viennent teinter les relations que les individus tissent avec le paysage et le jugement qu'ils portent sur lui (Domon et Ruiz 2015, Poullanouec-Gonidec et al. 2005). Le chapitre 5 donne un aperçu plus approfondi de la littérature à ce sujet.

2.4.5.3. Les relations entretenues avec les paysages

Au-delà des caractéristiques des paysages et des individus, les *relations* entretenues avec les paysages, tant dans leur nature que dans leur temporalité, peuvent influencer l'appréciation paysagère. Dans le cadre de notre recherche, trois types de relations au paysage doivent être considérées :

1) la *relation intime* (Larrère et Larrère 2009), *plurisensorielle* et *individualisée* que les individus entretiennent avec les paysages existants, qu'ils habitent et côtoient à divers degrés ;

2) la *relation visuelle* distante, cadrée et unisensorielle (Lowenthal 1978) qu'ils entretiennent avec des paysages agricoles ordinaires ou intégrant des SAI qui sont représentés par des photos ou des scénarios photos³⁰;

3) la *relation abstraite* qu'ils entretiennent avec *l'idée des paysages de leur territoire intégrant des SAI*, cette idée relevant de l'abstraction car ces paysages n'existent pas encore en réalité et qu'ils n'ont, dans certains cas, jamais été visualisés dans le contexte territorial visé⁹.

Chaque individu peut entretenir avec le paysage une ou plusieurs de ces relations de façon simultanée ou non. De même, ces relations sont évolutives; leur nature et leur intensité relative peuvent évidemment varier dans le temps. Ainsi, en campant notre étude dans un lieu et à un moment donné, nous n'aurons qu'un instantané des relations que les individus rencontrés avaient, à ce moment, des paysages, en fonction des relations qu'ils entretenaient avec ceux-ci à ce moment précis.

Ces trois types de relations font appel à plusieurs *registres relationnels* que Bédard (2016) synthétise en quatre catégories :

1) *la perception*, soit le processus de détection d'une réalité à partir des sens et qui nécessite un décodage par le cerveau;

2) *la représentation*, qui est le processus de reconstruction mentale de la réalité perçue et filtrée par l'individu afin de se l'approprier et de lui donner une signification ;

3) *la conception* qui, par le rapport initial à des idées et non à une réalité concrète, permet de créer un idéal qui servira de référentiel pour réinventer et réinterpréter les rapports au phénomène;

³⁰ Plus de détails sur les méthodes employées dans l'étude sont donnés au chapitre 3 et dans les chapitres de résultats (4, 5 et 6).

4) *l'affection*, qui englobe les perceptions mais aussi tout le domaine des sensations, des émotions et du « non décodable » qui marque la relation au phénomène dans sa globalité et toute sa profondeur (Bueno 2013). Elle peut être directe lorsque l'individu est en contact réel avec le phénomène, ou médiée s'il est plutôt en contact avec un tiers qui l'évoque (photo, film, bande sonore, etc.).

La figure 2.6 illustre les trois relations et les quatre registres relationnels en présence dans notre étude, et les lie aux trois volets de la recherche.

La *relation intime* que les individus ont avec le territoire et ses paysages, faite de perceptions, de représentations et d'affection directe, constitue la « base » sur laquelle reposeront nos investigations. C'est en partie par rapport à et à partir de celles-ci que les individus identifieront les enjeux qui animent leurs territoires et leurs paysages. C'est aussi par rapport à ces enjeux que les individus se prononceront sur les relations abstraites, soit sur la place possible des SAI dans leurs paysages. Les relations visuelles médiées par des photos ou des scénarios photo, pour leur part, dépendent aussi en partie de l'expérience des individus, teintée par leur relation intime aux paysages réels. Elles permettent aussi à des représentations de se former, et à des préférences visuelles de s'exprimer et d'être expliquées, puisqu'ayant été constituées en représentations. Ces préférences peuvent ensuite être intégrées aux outils d'aménagement, afin de considérer les aspects sociaux aussi sous cet angle des paysages perçus et éventuellement ressentis.

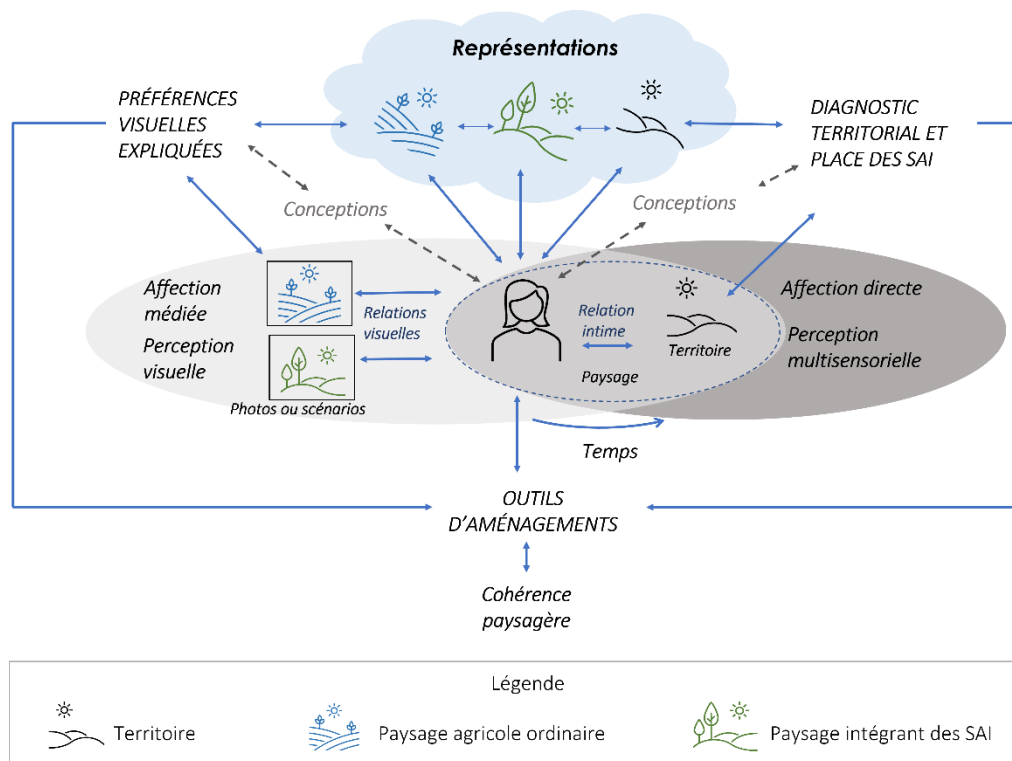


Figure 2.6. Cadre opératoire de la thèse : les types de relations au paysage, les processus relationnels et les trois volets d’investigation mis en lien.

2.4.6. Les enjeux locaux et les aménagements : deux portes d’entrée pour relier dimensions écologiques et dimensions sociales

Notre thèse s’intéresse aux dimensions sociales et écologiques qui influencent l’intégration des systèmes agroforestiers dans les paysages. Afin de les lier et de les étudier conjointement, nous avons utilisé deux portes d’entrée : les enjeux locaux et les aménagements des SAI (figure 2.5).

Nous abordons les enjeux locaux dans une vision post-constructiviste qui les considère à la fois comme des réalités matérielles et des construits sociaux, reflets notamment des interactions sociales, de la culture, des relations de pouvoir au sein des collectivités et des représentations sociales (Spector et Kitsuse 2001, Latour 2004, Pickering 1989). Les enjeux sont d’abord des réalités sociales, économiques, écologiques, culturelles, etc. concrètes qui, à travers le travail cognitif et les interactions sociales, deviennent des enjeux dès lors que ces

réalités sont considérées comme étant menacées ou, au contraire, pouvant être gagnées. Les enjeux comportent aussi une dimension temporelle, puisque 1) ils émanent de l'évolution des réalités socio-écologiques et 2) ils sont situés dans le temps, c'est-à-dire que leur pertinence et leur construction dépendent de l'époque considérée. En ce sens, ils s'intègrent bien à notre cadre. Les enjeux qui seront à l'étude dans notre recherche sont les enjeux traversant les systèmes agricoles québécois et ayant un impact sur l'écoumène en général (Anel et al. 2017) et les enjeux que les acteurs locaux considèrent importants dans l'évaluation du potentiel d'intégration des SAI dans les paysages de leur territoire.

L'aménagement des SAI, en ce qu'il doit concilier contexte biophysique et contexte social pour que ces systèmes s'avèrent cohérents dans les paysages, constitue aussi une porte d'entrée intégratrice des dimensions socio-écologiques. L'aménagement sera considéré sous deux angles : les perceptions des acteurs seront analysées, puis des outils d'aménagement adoptant une perspective territoriale se préoccupant de l'intégration cohérente des SAI dans les paysages sera proposée. L'aménagement des SAI appliqué à l'échelle de la ferme a fait l'objet de nombreuses publications (Dupraz et Liagre 2011, Garrett et al. 2009, Rivest et al. 2010, Tartera 2014) qui révèlent toutes le nombre important de paramètres à considérer pour assurer le succès de ces systèmes. En ce qui a trait aux perceptions des acteurs, nous ne considérerons que les paramètres d'aménagement qui ont le plus d'impact à la fois sur les aspects écologiques et sur l'aspect visuel (Gobster et al. 2007), et qui ont ainsi une influence sur les paysages et les relations entre acteurs et SAI : le choix des parcelles d'implantation, la diversité des espèces ligneuses (arbres et arbustes) et l'écartement des rangées d'arbres au sein du système (Dupraz et Liagre 2011, Franco et al. 2003, Tartera 2014). Pour ce qui est de l'aménagement, nous considérerons, en plus de ces paramètres, les services écosystémiques fournis par les espèces, et la manière de les positionner sur les parcelles afin de répondre aux enjeux qui y sont présents et qui reflètent certains des enjeux vécus à l'échelle des territoires.

Malgré des courants et des assises disciplinaires différentes, les scientifiques ont sans cesse reconnu la complexité du monde qui les entourait. Cette vision de la complexité a teinté de nombreux modèles de compréhension, qu'ils dérivent directement de la systémique ou qu'ils

aient émergé des définitions des paysages. Ces modèles rendent compte de cette complexité, mais surtout de l'imbrication intime des humains et de l'environnement, au point même où, dans certaines conceptions, ils se confondent et coconstruisent leur identité. Sans aller jusqu'à la trajection³¹ proposée par Berque (2014), le cadre conceptuel que nous proposons fait le pont, peut-être de manière plus explicite qu'auparavant, entre les systèmes socio-écologiques et les approches dialectiques du paysage. Le modèle propose, comme la notion de système agroforestier le laisse de toute façon deviner, d'envisager les SAI comme des systèmes socio-écologiques imbriqués aux paysages, considérés eux aussi comme des systèmes socio-écologiques, qui évolueront conjointement dans le temps et qui sont qualifiés, donc sentis, perçus et jugés par les individus. Nous avons aussi montré comment le paysage et le territoire pouvaient se compléter, l'un comme unité d'analyse et projet social, l'autre comme unité (ou système plus vaste) de gouvernance. Maintenant que les bases théoriques sont placées, il est temps de raffiner la question générale de recherche énoncée au chapitre 1 et de la décliner en différents sous-objectifs.

2.5. Objectifs de recherche

La question de recherche principale présentée au chapitre 1 peut maintenant être décortiquée en plusieurs objectifs en fonction des assises théoriques et du cadre opératoire présentés dans le présent chapitre.

À titre de rappel, la question de recherche principale est la suivante :

Les SAI peuvent-ils s'intégrer de façon cohérente, sur les plans écologique et social, dans certains paysages d'intensification et de déprise agricole du Québec afin de participer à la construction de paysages durables?

³¹ Le concept de trajection fut introduit par Augustin Berque (2000). Il désigne « le va-et-vient à la fois matériel et immatériel, technique et symbolique, corporel et mental, de notre relation avec les choses. C'est le va-et-vient qu'il y a entre le foyer de mon corps, ici maintenant, et ce qui l'entoure, même très loin au-delà de l'horizon visible » (Berque 2011 : 462). La trajection implique que la réalité est la rencontre entre le sujet et l'objet, et est autre que l'un et l'autre.

Nous rappelons aussi que, pour étudier les dimensions sociales qui sont le focus de notre recherche, deux types d'acteurs entretenant des relations différentes aux paysages ont été choisis : les acteurs professionnels (conseillers agricoles et forestiers, aménagistes, élus) et les habitants des milieux ruraux.

Volet d'investigation 1 : Diagnostic paysager et place des SAI

Les acteurs professionnels seront rencontrés afin d'établir, en partie, le *diagnostic territorial et de déterminer, selon leurs perceptions, quelle devrait être la place des SAI dans les paysages de leur MRC* (figure 2.5). Le diagnostic territorial, qui sera complété par des recherches documentaires, servira à camper notre cadre contextuel dans la vision de ces acteurs et à renseigner d'autres volets de la recherche, dont la construction des outils d'aide à la décision territoriale.

Trois objectifs précis sont pour leur part liés à la partie « place des SAI dans les paysages des MRC » :

Objectif 1.1 : Identifier les perceptions des acteurs locaux quant aux forces influençant l'intégration des SAI au sein des territoires d'intensification et de déprise agricole ;

Objectif 1.2 : Évaluer la cohérence relative de trois aménagements de SAI en fonction des forces identifiées par les acteurs ;

Objectif 1.3 : Comparer les résultats entre les acteurs d'un même territoire et entre les territoires.

Volet d'investigation 2 – les préférences visuelles expliquées

Le deuxième volet, *les préférences visuelles expliquées* (figure 2.5), impliquera des habitants des MRC à l'étude qui *ne font pas partie des acteurs précédemment rencontrés* (afin d'éviter tout croisement). À ce volet correspondent cinq objectifs :

Objectif 2.1 : Vérifier l'effet de la région, du lieu de résidence, de l'âge, du genre, du niveau d'éducation, de la parentalité et de l'attitude par rapport à l'environnement sur l'appréciation visuelle des paysages agricoles présentant des usages ordinaires et des SAI.

Objectif 2.2 : Évaluer et comparer l'appréciation visuelle de six paysages ruraux présentant des usages ordinaires et de six paysages présentant différents aménagements de SAI par les résidents de deux régions contrastées sur le plan des paysages agricoles.

Objectif 2.3 : Déterminer l'effet de la région, de la diversité des espèces ligneuses et de l'espacement entre les rangées sur l'appréciation visuelle des paysages présentant des SAI;

Objectif 2.4 : Identifier les raisons sous-tendant l'appréciation visuelle de cinq des douze paysages évalués.

Volet d'investigation 3 : La construction des outils

Le dernier volet, *la construction des outils d'aide à la décision* (figure 2.5), procédera de revues de littératures, d'entrevues avec les acteurs de première ligne et d'experts agroforestiers, ainsi que de croisement de ces données socio-écologiques avec les résultats des volets 1 et 2. Un seul objectif est lié à ce volet :

Objectif 3.1 : Construire des outils d'aide à la décision pour guider l'aménagement des SAI dans une perspective paysagère visant

- a) leur adaptation aux conditions sociales et écologiques des territoires et
- b) l'optimisation des services écosystémiques qu'ils pourraient rendre en regard des enjeux vécus au sein des territoires.

Chapitre 3 – Vue d’ensemble des territoires, de la méthodologie et de certains résultats préliminaires

La rédaction d’une thèse n’est pas un long fleuve tranquille ni un processus linéaire. C’est donc afin de mieux saisir la manière dont les chapitres s’imbriquent et se sont construits, de même que pour apporter certains éclairages théoriques et méthodologiques parfois trop rapidement évoqués dans les articles, qu’un portrait global de la méthodologie sera esquissé ici en prenant soin de faire des liens avec le cadre opératoire présenté au chapitre 2. Mais avant, jetons un coup d’œil sur les territoires choisis pour exemplifier les contextes d’intensification et de déprise agricole dans lesquels les SAI pourraient s’intégrer.

3.1. Territoires à l’étude

3.1.1. Critères de sélection

Nous l’avons montré au chapitre 1, les paysages agricoles du Québec sont essentiellement marqués par des dynamiques d’intensification de l’utilisation des sols agricoles et de déprise, même si d’autres phénomènes plus marginaux animent ces paysages et contribuent à les façonner (Azima et Mundler 2020, Doucet 2017, Jolin 2015, Ruiz et Domon 2012). Ces dynamiques ne sont pas le fruit du hasard, mais bien le résultat de la conjoncture des forces écologiques et sociales qui, à des échelles tant infra-territoriales que territoriales et supra-territoriales, animent les milieux ruraux. Puisqu’ils sont imbriqués au sein des paysages agricoles territoriaux (chapitre 2), la cohérence des SAI sera tributaire de ces forces socio-écologiques. Afin de couvrir un éventail relativement large de conditions d’intégration de ces systèmes dans les paysages agricoles québécois, et ainsi de mieux comprendre la portée potentielle de ces systèmes, nous avons choisi d’ancrer notre recherche dans deux territoires marqués par des conditions socio-écologiques et, conséquemment, des dynamiques agricoles, contrastées : les MRC de Charlevoix-Est et des Maskoutains.

Le choix de faire correspondre les limites de nos aires d'enquête aux limites territoriales des MRC a été justifié lors de la présentation du cadre opératoire (chapitre 2) et est, nous le rappelons, lié tant à des questions de bassin de population, de présence de professionnels travaillant dans des domaines variés qu'à des questions de gouvernance. Attardons-nous ici plutôt à comprendre le choix de ces MRC à travers leurs portraits croisés. Ces portraits offriront un point de vue global sur la géographie, le climat et l'histoire agricole de chacune des régions, ainsi que sur leurs dynamiques démographiques, agricoles et économiques plus récentes. Chacune de ces esquisses sera complétée par la description des enjeux socio-écologiques liés à la pratique de l'agriculture en zone agricole dans chacun de ces territoires et sur lesquels les systèmes agroforestiers peuvent avoir une influence, en reprenant les enjeux notamment identifiés par Anel et al. (2017) : la santé des sols, la qualité de l'eau, la qualité de l'air, la biodiversité, les changements climatiques, la rentabilité des systèmes agricoles et l'attractivité des milieux ruraux.

3.1.2. Présentation générale des MRC

La MRC de Charlevoix-Est est située au nord du fleuve Saint-Laurent, à la limite est de la région de la Capitale-Nationale (figure 3.1). Elle s'étend sur 2 283 km² et est divisé en neuf unités administratives (sept municipalités et deux territoires non organisés). Elle compte 15 402 habitants, dont la majorité (73 %) est située dans les villes de Clermont et de La Malbaie (ministère des Affaires Municipales et de l'Habitation [MAMH] 2021, MRC Charlevoix-Est 2020). Trois rivières importantes traversent son territoire : la rivière Malbaie, la rivière Noire et la rivière Jean-Noël. Plusieurs lacs, dont les lacs Nairne et Sainte-Marie, sont situés dans les municipalités de l'ouest de la MRC, à l'intérieur des terres (MRC Charlevoix-Est 2017). Charlevoix-Est est traversée par un seul axe routier important (la route 138), et son accessibilité est limitée du fait de son éloignement des grands centres urbains et de son relief accidenté.

La MRC des Maskoutains, pour sa part, est située à l'est de Montréal, dans le sud de la province (figure 3.1). D'une superficie de 1 303 km² (deux fois moins que Charlevoix-Est),

elle comporte 17 unités administratives et comptait, en 2019, 88 833 habitants (près de 8 fois plus que Charlevoix-Est), dont la majorité (63 %) habitait la ville de Saint-Hyacinthe (MRC des Maskoutains 2020). La MRC est traversée du sud au nord par un important cours d'eau, la rivière Yamaska, ainsi que par plusieurs autres rivières (rivières Noire, Chibouet, et Salvail, notamment). Elle jouit de la présence de plusieurs axes de transport névralgiques sur son territoire (autoroute 20, route 116, chemins de fer, etc.) qui relie Montréal et Toronto aux États-Unis et à l'est du Québec (MRC des Maskoutains 2015).

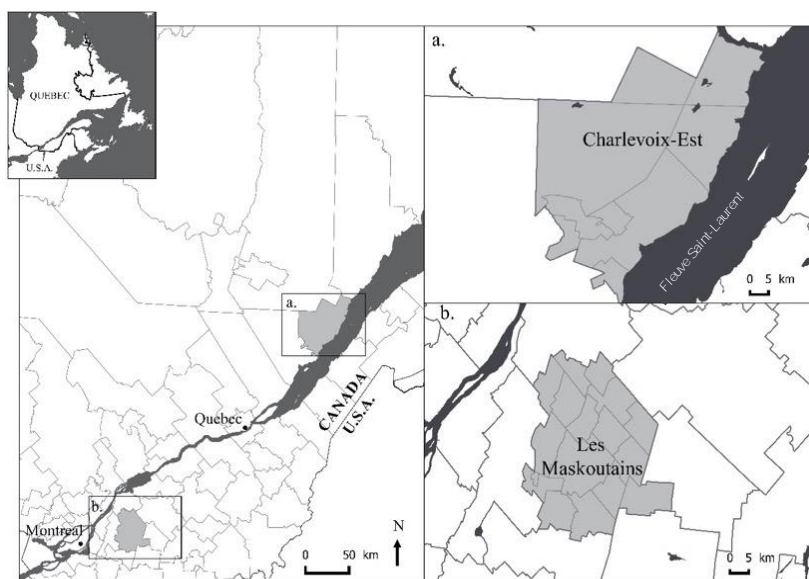


Figure 3.1. Localisation des MRC. a. MRC de Charlevoix-Est. b. MRC des Maskoutains.

Les principaux secteurs économiques à Charlevoix-Est sont le commerce de détail (15,2 % des travailleurs), la restauration (6,9 %) et l'hébergement des voyageurs (8,0 %) (Secrétariat à la Capitale-Nationale 2019), tandis que ce sont les secteurs manufacturiers, et notamment les industries bioalimentaires et des biotechnologies (53 % des emplois manufacturiers) qui caractérisent la MRC des Maskoutains (Campeau et al. 2016). Les MRC se démarquent aussi l'une de l'autre par des dynamiques démographiques et économiques contrastées : alors que Charlevoix-Est enregistrait, entre 2012 et 2016, un bilan migratoire net négatif et un indice

de vitalité économique³² négatif et en régression (chute de -5,52 à -7,5 de 2002 à 2018), Les Maskoutains connaissait une croissance démographique et un indice de vitalité économique positif, mais en décroissance (l'indice est passé de 6,23 à 3,21 entre 2002 et 2018) (Gouvernement du Québec 2021, Secrétariat à la Capitale-Nationale 2019). Ainsi, alors que Charlevoix-Est est une MRC marquée par la dévitalisation économique, la MRC des Maskoutains vit une situation tant démographique qu'économique beaucoup plus enviable.

3.1.3. Les contextes pédoclimatiques

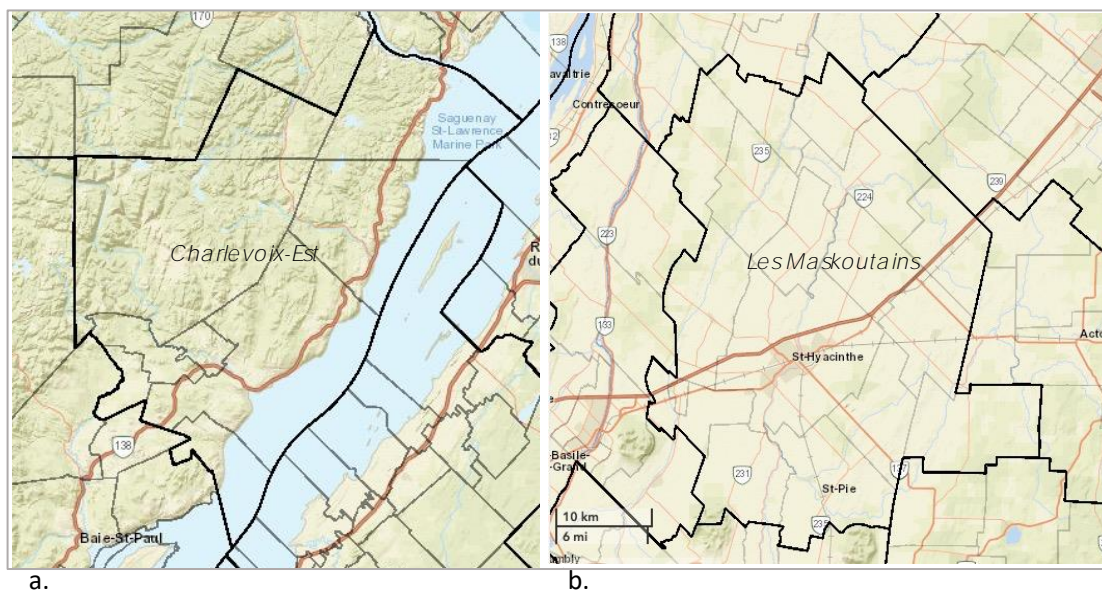
Les MRC présentent de forts contrastes pédoclimatiques. Les sols de Charlevoix-Est, provenant de dépôts glaciaires et assis sur le roc de la région laurentienne du bouclier canadien, sont pour la plupart minces, pauvres et rocailleux (Inventaire des terres du Canada 1974, MAPAQ 2014, Saucier et al. 2009). De même, le relief fortement accidenté de l'astroblème³³ (figure 3.2) est peu propice au travail mécanisé du sol ; les sols présentent donc des contraintes moyennes à importantes pour la production agricole (classes de sols agricoles 7 et 8 dominantes) (figure 3.3). Seule la vallée de la rivière Malbaie offre des sols très profonds et fertiles ne présentant aucune contrainte à la pratique de l'agriculture (Gauthier et Perron 2002, MRC Charlevoix-Est 2017).

Située à la fois dans les basses-terres du Saint-Laurent et dans le piedmont appalachien, la MRC des Maskoutains présente quant à elle des sols principalement formés de dépôts alluviaux argileux et sableux provenant de l'ancienne Mer de Champlain (MRC des Maskoutains 2017). Ces sols sont très fertiles, peu rocailleux et propices à la pratique de l'agriculture (classes 2 et 3 dominantes) (Inventaire des terres du Canada 1974) (figure 3.2).

³² L'indice de vitalité économique regroupe trois indicateurs : le marché du travail (taux de travailleurs de 25 à 64 ans); le niveau de vie (revenu médian de la population de 18 ans et plus) et le dynamisme démographique (taux d'accroissement annuel moyen de la population sur une période de 5 ans) (ISQ 2018).

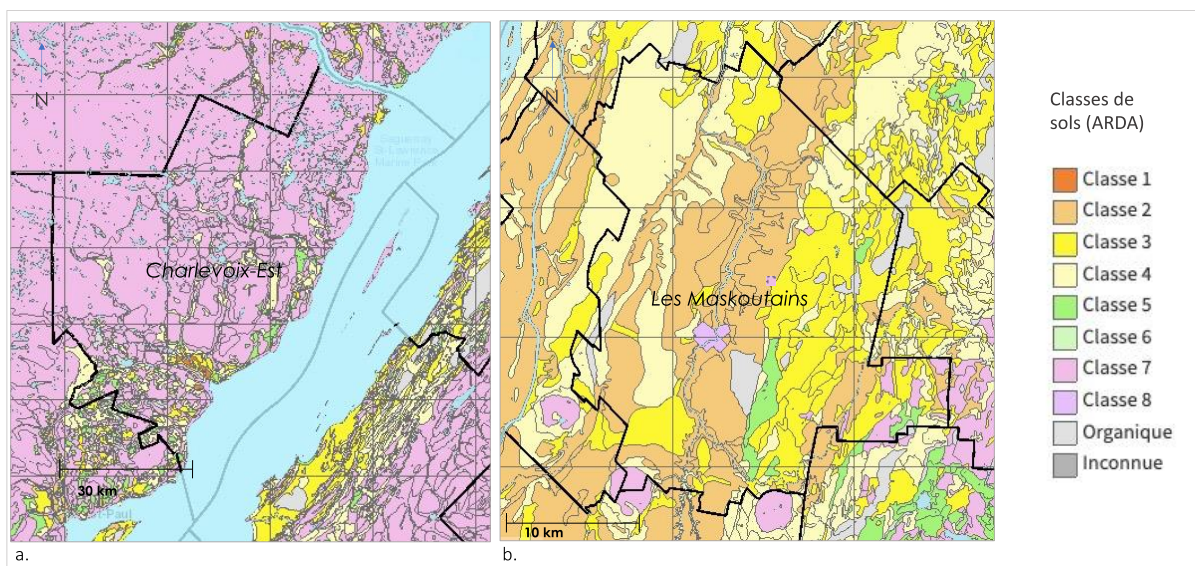
³³ L'astroblème de Charlevoix, qui couvre en partie la MRC de Charlevoix-Est, est un cratère météoritique caractérisé par un point culminant central (le Mont des Éboulements), un plancher relativement plat (vallée de Charlevoix) et des terrasses d'effondrement sur sa périphérie (Perron et Gauthier 2003).

Les sols du piedmont appalachien qui couvrent l'est de la MRC sont un peu plus minces et rocaillieux, quoique toujours de bonne qualité agricole (Ruiz et al. 2012) (figure 3.3).



Source : Google Map 2021.

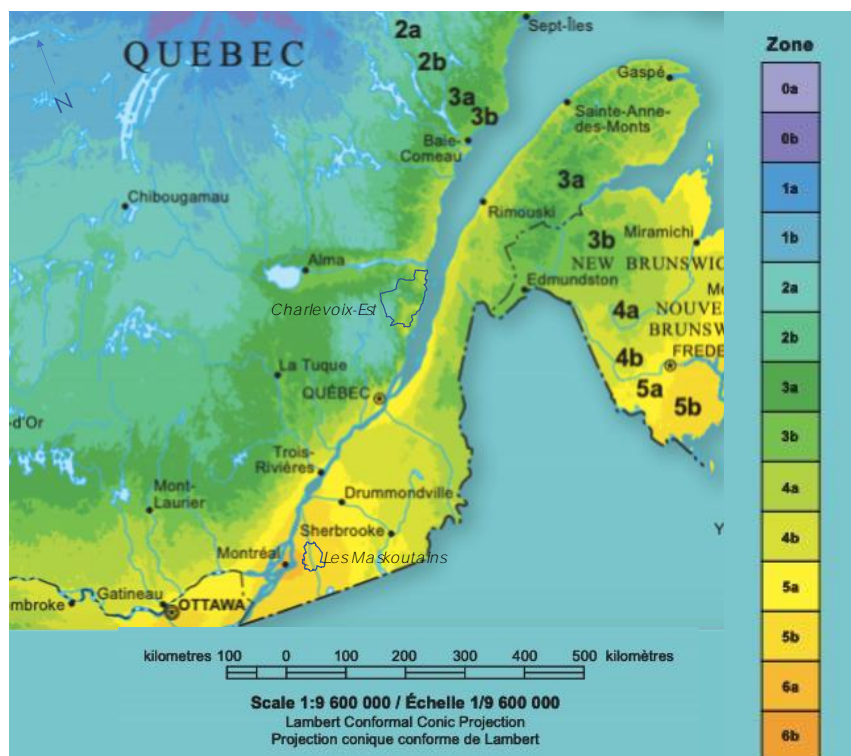
Figure 3.2. Relief des MRC. a. Le relief accidenté de la MRC de Charlevoix-Est. **b.** Le relief plat des Maskoutains.



Source : Carte de potentiel agricole numérique à l'échelle 1 : 20 000 - ARDA

Figure 3.3. Classes de sols agricoles retrouvées dans les MRC. a. La MRC de Charlevoix-Est, dominée par les sols des classes 7 et 8. **b.** La MRC des Maskoutains, présentant des sols majoritairement situés dans les classes 2 à 5.

Le relief de la MRC est plat, hormis les collines montérégiennes qui ponctuent les paysages de l'ouest et du sud de la MRC et les plaines faiblement ondulées du piedmont (MRC des Maskoutains 2017, Ruiz et al. 2012). La MRC accueille d'ailleurs sur son territoire une partie du mont Rougemont, qui s'élève à 390 m de hauteur dans la municipalité de St-Damase (sud-ouest de la MRC).



Source : Adapté de ministère des Ressources naturelles du Canada 2014.

Figure 3.4. Zones de rusticité du Québec. Les chiffres croissants (0 à 8) représentent un gradient positif de l'indice de rusticité.

Le climat de Charlevoix-Est est relativement froid et présente de fortes variations entre les hauteurs du plateau laurentien et le littoral (Gauthier et Perron 2003) (figure 3.4). La température annuelle moyenne y varie entre 2,5 et 4,5°C, la saison de croissance entre 103 et 166 jours et les précipitations, entre 800 et 1 100 mm (MAPAQ 2014, Saucier et al. 2009).

La MRC est située dans les zones de rusticité³⁴ 2a à 4a, la zone 2a étant la zone la plus froide où se pratique l'agriculture au Québec (figure 3.4). Le climat des Maskoutains est, pour sa part, le plus chaud du Québec. Ses températures moyennes oscillent entre 5,0 et 7,0°C (BioSIM 2008), ce qui représente une différence notable de trois degrés avec Charlevoix-Est. La pluviométrie annuelle varie entre 850 et 1050 mm, dont 75 % tombe sous forme de pluie (Saucier et al. 2009). La saison de croissance, qui compte entre 175 et 190 jours (soit environ 30 jours de plus que celle de la MRC de Charlevoix-Est), est la plus longue du Québec (Saucier et al. 2009). La MRC est traversée par les zones de rusticité 4a à 5b (figure 3.4), la zone 5b étant la 2^e plus chaude de la province (McNeely et al. 2001).

En combinant ces grands types de sols et en couvrant les zones de rusticité 2a à 5b, le choix des MRC couvre la majorité des conditions de sols et de climat trouvées dans la zone agricole du Québec.

3.1.4. Les forêts

Le territoire de la MRC de Charlevoix-Est est dominé par la forêt : celle-ci occupe 60 % du territoire municipalisé³⁵. Ses peuplements mixtes sont caractéristiques de la sapinière à bouleau jaune et à bouleau blanc (Saucier et al. 2009) (figure 3.5). Les érables y sont aussi présents ; la MRC compte d'ailleurs plusieurs érablières sur son territoire (MRC de Charlevoix-Est 2017). Contrairement à la MRC des Maskoutains, la forêt est importante pour l'économie de Charlevoix-Est : on y compte une usine de pâtes et papier, un groupement forestier et une petite scierie familiale qui emploient près de 200 personnes, et les parcs ou zones de villégiature en forêt soutiennent un pan important de l'industrie touristique de la MRC (L'Italien et al. 2013, MRC de Charlevoix-Est 2017). En ce sens, la MRC de Charlevoix-Est représente bien le contexte des MRC rurales où la forêt boréale domine le

³⁴ Les zones de rusticité sont dérivées de l'indice de rusticité des plantes du Canada. Cet indicateur, qui varie de 0 à 100, combine plusieurs indicateurs de température, de vents, de précipitations et de périodes de gel qui, combinés, expriment la rigueur du climat, un indice faible représentant un climat plus rigoureux.

³⁵ Le territoire municipalisé exclut les territoires non organisés de Mont-Élie et de Sagard.

territoire, comme les MRC de la Gaspésie, de la Côte-Nord, de la Mauricie et de l’Abitibi, par exemple.

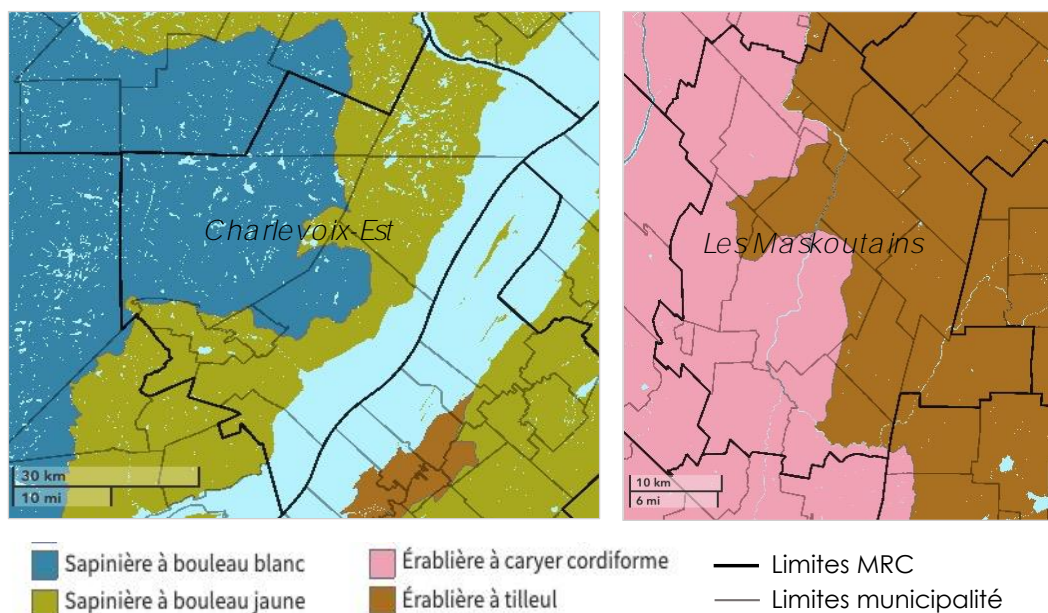


Figure 3.5. Domaines bioclimatiques des MRC. a. Charlevoix-Est. **b.** Les Maskoutains.

À l’opposé de Charlevoix-Est, la MRC des Maskoutains présente un couvert forestier famélique : couvrant en moyenne 16 % du territoire, la forêt n’est présente que sur aussi peu que 5 % du territoire dans certaines municipalités (MRC des Maskoutains 2017). La situation est par contre moins alarmante dans le piedmont appalachien (à l’est du territoire), où les sols moins propices à l’agriculture ont conservé leur couvert forestier, et où les érablières abondent (MRC des Maskoutains 2015, Ruiz et al. 2012, Aubé 2020). Les domaines bioclimatiques que l’on y retrouve, l’érablière à caryer cordiforme (ouest) et l’érablière à tilleul de l’Est (est), sont pourtant les plus riches du Québec en termes de biodiversité, abritant plus de 1 000 espèces floristiques chacun (MRC des Maskoutains 2015). La MRC des Maskoutains est ainsi représentative des territoires des basses-terres du Saint-Laurent où l’expansion des terres agricoles et des noyaux habités s’est réalisée au détriment des forêts (Ruiz et al. 2012).

3.1.5. Trajectoires agricoles

L'agriculture présente des visages très différents d'une MRC à l'autre, en raison notamment des contextes pédoclimatiques évoqués précédemment, mais aussi en raison de la trajectoire que les systèmes agricoles ont emprunté au fil des ans.

Dans Charlevoix-Est, l'agriculture se développera d'abord sur les rives de la rivière Malbaie et de la rivière Noire, où les terres sont les plus fertiles, puis plus tard dans l'arrière-pays et sur la côte du Saint-Laurent (Gauthier et Perron 2002, 2003). Pauvre en ressources naturelles, Charlevoix-Est s'avèrera néanmoins riche de ses paysages : au 19^e siècle, la région deviendra un haut-lieu du tourisme pour la riche société anglophone en quête de romantisme, de beaux paysages et d'air pur³⁶ (Gauthier et Perron 2002, 2003, Gauthier 2015). L'afflux de visiteurs estivaux créera une demande forte pour le lait³⁷ et soutiendra le développement des fromageries et d'une filière de production de dindons au début du 20^e siècle (Harvey 2001, Perron et Gauthier 2000).

La récession des années 1920 et les deux guerres mondiales mettront cependant l'industrie touristique de Charlevoix-Est à mal. Malgré la mise sur pied de sociétés de développement agricole, les fermes peineront à suivre la vague d'industrialisation qui soufflera sur le secteur agricole après la deuxième guerre mondiale (Perron et Gauthier 2003). Plusieurs fermes s'avèreront incapables de fournir les investissements nécessaires pour opérer une transition vers les cultures et élevages basés sur la culture du maïs qui exige de grandes superficies et un climat plus chaud, et le tiers d'entre elles disparaîtront entre 1951 et 1971 (Perron et Gauthier 2000, 2003, Skodgard 2014). La diminution du nombre de ferme se poursuivra jusqu'à aujourd'hui. Entre 1961 et 2018, le nombre de fermes passera de 413 à 62, ce qui

³⁶ Avec ses quelques 40 maisons habitées, La Malbaie recevra néanmoins, à la fin du 19^e siècle, entre 5 000 et 10 000 visiteurs chaque été (Perron et Gauthier 2003)

³⁷ Contrairement à aujourd'hui, la production laitière du temps suivait le rythme naturel de fécondation et de gestation des vaches qui mettaient bas au printemps et produisaient de grandes quantités de lait tout l'été, alors que la production était beaucoup plus faible en hiver.

représente une diminution de 85 % en moins de 60 ans (MRC Charlevoix-Est 2017, MAPAQ 2018a, Statistiques Canada 1971, 2016). Par ailleurs, durant la même période, les superficies cultivées resteront relativement stables, passant de 3 942 ha à 4 216 ha (faible augmentation de 10 %), alors que les superficies en pâturages diminueront de 3 634 à 2 313 ha (diminution de 36 %) (Statistiques Canada 1971, 2016). Ces changements témoignent d'une faible adhésion aux modèles basés sur les céréales et le maïs et d'une diminution globale des activités en champs.

La trajectoire agricole de la MRC des Maskoutains est nettement différente de celle de Charlevoix-Est. L'exploitation forestière et l'agriculture s'y développeront rapidement aux 18^e et 19^e siècles (Dessureault 1989, Ville de Saint-Hyacinthe 2021). Le territoire de l'actuelle MRC verra ainsi se développer plusieurs noyaux villageois de l'ouest vers l'est, au fil de la construction du chemin de fer qui reliera St-Hyacinthe à Montréal et Portland (États-Unis), de l'implantation d'usines de textile et d'industries manufacturières et du développement de l'agriculture (Bernard 2015, Mongrain et St-Onge 2016). Saint-Hyacinthe deviendra le pôle d'innovation et de transfert technologique au milieu du 19^e siècle, avec la création de la première Société d'agriculture au Québec en 1846 et la création, en 1892, de l'École de laiterie, qui formera les professionnels de la transformation laitière de la province (Dick et Taylor 2015, Ville de Saint-Hyacinthe 2021). À partir de ce moment, plusieurs écoles et associations agricoles éliront domicile dans la MRC, consolidant son statut de ville agroalimentaire (Ville de Saint-Hyacinthe 2021, Saint-Hyacinthe Technopole 2021).

Après la seconde guerre mondiale, l'évolution des systèmes agricoles vers des systèmes hautement spécialisés, mécanisés et productifs sera aussi grandement facilitée dans les Maskoutains par les conditions pédoclimatiques et la présence d'importants axes de transport. Les fermes laitières seront peu à peu délaissées au profit des fermes porcines, avicoles et de grandes cultures (Ruiz et al. 2008, Statistiques Canada 1961, 2016). Cette transition favorisera l'agrandissement du parcellaire, la disparition progressive des boisés de ferme sur les meilleures terres et des arbres hors boisés, de même que la concentration des

fermes (Debailleul 2008, Ruiz 2009, Ruiz et al. 2012). Ainsi, la MRC perdra aussi de nombreuses fermes entre 1961 et 2016, leur nombre passant de 2 693 à 1 124, mais les superficies cultivées, elles, passeront de 96 923 ha à 102 045 ha (Statistiques Canada 1961, 2016). Cette intensification et cette spécialisation de la région autour des enjeux agroalimentaires se poursuivra, à tel point que Saint-Hyacinthe deviendra une technopole agroalimentaire internationalement reconnue en 1993 (St-Hyacinthe Technopole 2021).

3.1.6. Contextes et paysages agricoles actuels

Aujourd’hui encore, les portraits agricoles de Charlevoix-Est et des Maskoutains présentent d’importants contrastes. Alors que la zone agricole ne couvre que 19 825 ha dans la MRC de Charlevoix-Est (16 % du territoire municipalisé), elle est six fois plus grande et s’étend sur 125 626 ha dans la MRC des Maskoutains, ce qui représente 96 % du territoire de la MRC (figure 3.6).

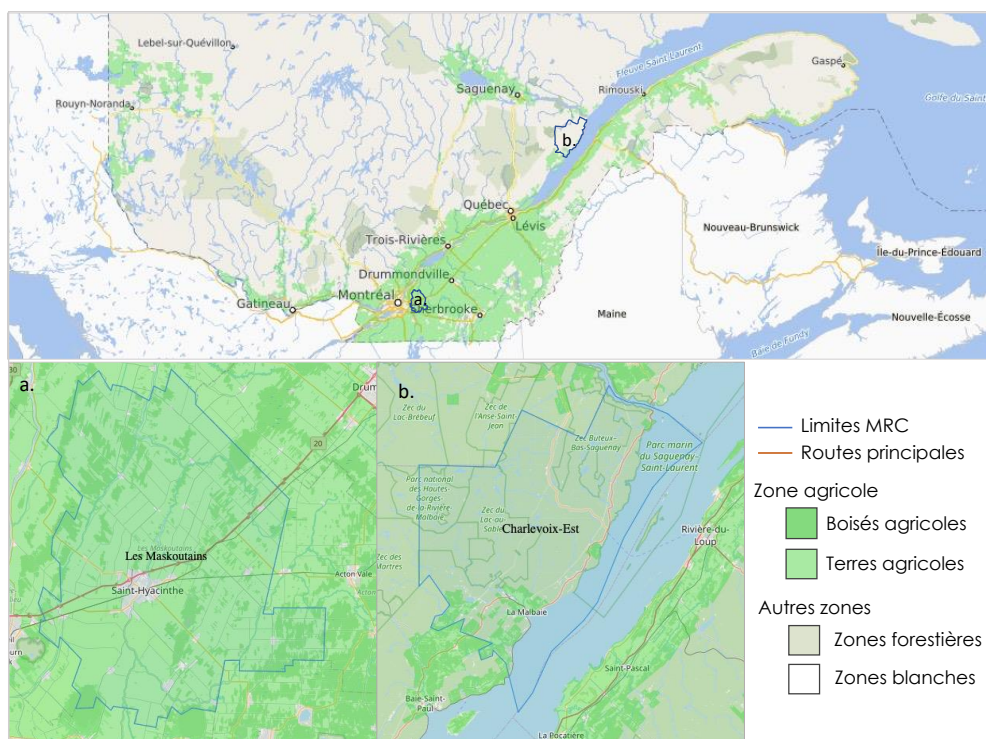


Figure 3.6. Carte de la zone agricole. a. MRC des Maskoutains. b. MRC de Charlevoix-Est.

La zone agricole de Charlevoix-Est n'est utilisée à des fins agricoles que sur 30 % de sa superficie, et les boisés y occupent 12 688 ha, soit 64 % de la superficie de la zone (MRC Charlevoix-Est 2017). L'abandon progressif des activités agricoles depuis des décennies a en effet entraîné une multiplication des superficies reboisées en résineux (MRC de Charlevoix-Est 2017). À l'opposé, 84,8 % de la zone agricole de la MRC des Maskoutains est utilisée à des fins agricoles (incluant l'acériculture), et seulement 16,7 % (21 029 ha) est occupé par les boisés (MRC des Maskoutains 2017).

Les principales productions végétales retrouvées dans la MRC de Charlevoix-Est sont les fourrages (1 034 ha), le bois et les autres productions (739 ha) et les céréales, oléagineux et autres grains (372 ha) (MAPAQ 2019) (tableau 3.1).

Tableau 3.1. Principales productions retrouvées dans la MRC de Charlevoix-Est.

Productions végétales	Nb de fermes¹	Superficies cultivées (ha)
Fourrages	14	1 034
Céréales, oléagineux, légumineuses et autres grains	13	372
Bois et autres superficies cultivées	12	739
Légumes	8	19
Fruits	6	98
Autres productions végétales	5	20
Total – productions végétales	40	2 282
Productions animales	Nb de fermes¹	Nb de têtes
Bovins de boucherie	26	2 142
Porcs	11	30 645
Bovins laitiers	6	601
Volaille (poulets, dindons, œufs)	6	161 056
Autres productions animales	5	306
Total – productions animales	43	194 750

¹ Une ferme peut se retrouver dans plus d'une catégorie.

Source : MAPAQ 2019.

En termes de productions animales, la MRC compte surtout des élevages bovins (26 exploitations), des élevages porcins (11), des fermes laitières (6) et des fermes de volaille (6) (MAPAQ 2019). Les fermes porcines, malgré leur faible nombre, génèrent 53 % des revenus agricoles totaux de la MRC (MRC Charlevoix-Est 2017). Cependant, en raison de leur présence dans presque toutes les municipalités et de leur impact positif considérable sur « l’occupation du territoire, sur le dynamisme de certains rangs agricoles ainsi que sur les paysages » (MRC Charlevoix-Est 2017 :25), la production bovine peut être considérée comme étant la plus importante de la MRC, même si le nombre d’unités animales et de fermes est en baisse constante (MRC Charlevoix-Est 2017). La MRC de Maskoutains comptait, en 2016, 1 124 fermes, dont 410 spécialisées en production céréalière et oléagineuse (maïs, soya, blé). Les cultures de maïs et de soya couvraient à elles seules, en 2014, 56 % des 105 896 ha cultivés dans la MRC (MAPAQ 2018b). Les élevages les plus communs y sont les élevages de porc, de bovins laitiers et de volaille (tableau 3.2).

Tableau 3.2. Principales productions retrouvées dans la MRC des Maskoutains.

Productions végétales	Nombre de fermes¹	Superficies (hectares)
Maïs	287	54 415
Soya	62	27 410
Blé et autres céréales	61	6 236
Sirop (<i>nombre d’entailles</i>)	54	(315 386)
Légumes	44	4036
Foin et plantes fourragères	26	8 480
Fruits	22	197
Autres	31	5 222
Total – productions végétales	587	105 896
Productions animales	Nombre de fermes¹	Nombre de têtes
Porcs	184	465 147
Bovins laitiers	141	10 074
Volaille	99	5 399 051
Bovins de boucherie	38	782
Chèvres et moutons	28	8 713
Œufs	25	-
Autres élevages	35	145
Total – productions animales	547	5 883 930

¹ Une ferme peut se retrouver dans plus d’une catégorie Source : Statistiques Canada 2016, nos calculs.

Les fermes de la MRC poursuivent leur expansion : entre 2004 et 2016, les superficies moyennes par fermes sont passées de 70 ha à 103 ha (MRC des Maskoutains 2015, Statistiques Canada 2016). En plus d'être très grandes, les fermes de la MRC des Maskoutains ont une importance économique remarquable : bien qu'elles représentent moins de 5 % des entreprises agricoles du Québec, elles génèrent 10 % des revenus agricoles de la province. En 2016, les revenus agricoles dans la MRC ont totalisé 771,5 millions de dollars (Statistiques Canada 2016). La moitié des fermes de la MRC avaient généré, cette année-là, des revenus bruts supérieurs à 250 000 \$, et 175 enregistraient des revenus supérieurs à 1 million de dollars (Statistiques Canada 2016). Les élevages de porcs et de volailles généraient, en 2016, 77% des revenus agricoles totaux de la MRC, alors qu'elles ne constituaient que 47 % des fermes du territoire (Campeau et al. 2016).

Dans Charlevoix-Est, 80 % des fermes sont situées à La Malbaie et à St-Irénée, alors que la répartition des fermes est beaucoup plus uniforme dans les Maskoutains (MRC Charlevoix-Est 2017, MRC des Maskoutains 2015). Dans les deux MRC, des activités agricoles novatrices émergent (petits fruits, élevages non conventionnels, agriculture soutenue par la communauté, agriculture biologique, etc.), mais ces activités restent marginales tant sur le plan de l'occupation du territoire que des revenus générés. Elles s'avèrent aussi insuffisantes pour renverser les tendances lourdes de déprise et d'intensification qui se font sentir dans chacune des MRC (MRC Charlevoix-Est 2017, MRC des Maskoutains 2015). Cependant, il faut noter que ces entreprises novatrices misent beaucoup sur l'agrotourisme pour générer des revenus ; le lien entre tourisme et agriculture est donc maintenu dans Charlevoix-Est, alors qu'il s'agit d'une nouvelle association dans les Maskoutains. Contrairement à d'autres régions du Québec, le maïs y est peu, voire pas cultivé. Les pâturages et les champs en cultures fourragères sont relativement petits et séparés par des boisés ou des bandes forestières. Les terres agricoles, souvent situées sur des terres en pente et près des cours d'eau, sont visibles de loin ou cachées par le relief montagneux (figure 3.7).

Alors que les friches qui se dressent entre la route et les plans d'eau bloquent des points de vue qui étaient auparavant ouverts, tant dans l'arrière-pays que sur la côte, les champs entretenus laissent à voir les lacs, l'immensité du fleuve ou certains bâtiments patrimoniaux (Patri-Arch 2011). Les paysages de Charlevoix-Est se caractérisent ainsi par la présence de superficies boisées (résineux et feuillus) et de cultures fourragères ou céréalières.



a.



b.



c.



d.



e.

Figure 3.7. Quelques paysages agricoles de la MRC de Charlevoix-Est. a. Grange patrimoniale à Cap-à-l'Aigle (crédit : Auberge de Peupliers). b. Champ de foin pour les chevaux à Baie Sainte-Catherine (crédit : Camping Ranch du Fjord). c. Cultures fourragères récemment récoltées à St-Aimé-des-Lacs (crédit : Ruralys). d. Bovins au pâturage à Notre-Dame-des-Monts (crédit : Anne Gagnon). e. Paysage agricole hivernal à Pointe-au-Persil (crédit : Ruralys).

Dans les Maskoutains, les paysages agricoles restent fortement marqués par la présence du maïs et du soya, par la grande dimension des superficies cultivées et la rareté des boisés sur la quasi-totalité du territoire (figure 3.8).



a.



b.



c.



d.



e.

Figure 3.8. Quelques paysages agricoles de la MRC des Maskoutains. a. Vue de la rivière Chibouet et d'une ferme céréalière à St-Hugues (crédit : La Presse, Martin Tremblay). b. Paysage agricole offrant une vue sur une colline montréalaise, dans la plaine d'argile (crédit : Hélène Brien). c. Champ de maïs et fermes (crédit : Julie Ruiz). d. Friche agricole sur monticule de till, Saint-Valérien-de-Milton (crédit : Julie Ruiz). e. Champ de maïs sur les plaines ondulées (crédit : Julie Ruiz).

Complètement à l'ouest, les monticules de till (Saint-Valérien) sont caractérisés par des champs de petite dimension accueillant des cultures diversifiées juchés au creux des dépressions d'argile et de sable. Les plaines ondulées, un peu plus à l'est (Ste-Hélène-de-Bagot, St-Liboire, St-Dominique), sont propices à l'élevage laitier et aux cultures céréalières. Formant une grande bande de terres traversant la MRC du nord au sud (St-Hugues, St-Simon, St-Marcel-de-Richelieu, Saint-Barnabé-Sud, St-Louis, St-Jude, St-Hyacinthe, St-Damase, St-Pie, Ste-Madeleine, Ste-Marie-Madeleine), les plaines d'argile, ravinées aux abords des cours d'eau, accueillent de rares boisés et de grands champs de maïs et de soya, en plus de certaines cultures maraîchères. Finalement, à l'extrême ouest de la MRC (St-Bernard-de-Michaudville, La Présentation), les plaines de sable sont elles aussi dominées par les cultures de maïs et de soya et les élevages porcins et avicoles. Le relief relativement plat de la MRC, combiné aux cultures céréalières et à l'absence de grands boisés, donne de nombreux points de vue sur les montérégiennes (Ruiz et al. 2012).

3.1.7. Enjeux vécus dans les zones agricoles

Les enjeux vécus dans les zones agricoles des MRC sont étonnamment similaires, bien que leur degré d'intensité en fasse, encore une fois, des régions fortement contrastées.

3.1.7.1. La qualité des sols

En ce qui a trait à la qualité des sols agricoles, l'érosion, la faible fertilité et l'acidification sont les principaux enjeux préoccupant les agriculteurs de Charlevoix-Est, puisque ces facteurs compromettent la rentabilité des exploitations (Lavoie et al. 2018). Dans les Maskoutains, l'enjeu de la qualité des sols agricoles est majeur. En effet, les sols agricoles de la MRC, sensibles à l'érosion, font l'objet d'un travail soutenu qui détériore leur structure et leur vie microbienne, ce qui accentue leur sensibilité à l'érosion et diminue leur fertilité. En 2011, on estimait qu'environ 90 kg de carbone organique³⁸ par hectare par année

³⁸ Le carbone organique est un indicateur de la teneur en matière organique des sols.

s'échappaient des terres cultivées par érosion dans cette région, ce qui constitue une perte importante et compromet le potentiel agricole des terres (Agriculture et Agroalimentaire Canada 2011). Les terres noires cultivées aux limites de Saint-Hyacinthe, Saint-Pie et Saint-Damase sont aussi extrêmement sensibles à l'érosion éolienne, et l'ensemble des sols argileux non protégés par des bandes riveraines sont sujets à l'érosion hydrique (MRC des Maskoutains 2020).

3.1.7.2. La qualité de l'eau

Malgré certains problèmes d'érosion et de pertes d'éléments vers les cours d'eau, les indices de la qualité de l'eau des principaux bassins versants où se concentrent les activités agricoles dans la MRC de Charlevoix-Est (rivière Malbaie, Noire et Jean-Noël) se situent au-dessus de 80/100, ce qui est très bon (OBV Charlevoix-Montmorency 2015, Atlas de l'eau 2021). La situation est totalement opposée dans la MRC des Maskoutains (OBV Yamaska 2014). En 2018, l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) de l'eau indiquait une qualité globale médiane variant de douteuse à très mauvaise pour l'ensemble du réseau hydrographique (MELCC 2021). Par exemple, entre 2017 et 2019, l'IQPB médian de la rivière Chibouet était de 19 (très mauvais), celui de la rivière Noire de 43 (douteux), et celui de la Rivière Yamaska variait de 0 (nul) à 43 (douteux) (MELCC 2021). La qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de plusieurs de ses affluents traversant la MRC est affectée par l'utilisation accrue de pesticides et de fertilisants, par la forte concentration d'unités animales sur le territoire (0,68 unités/ha en 2018) et par la rareté des bandes riveraines (UQCN 2015, MAPAQ 2018b, MELCC 2020).

3.1.7.3. La qualité de l'air

Malgré le faible pourcentage de terres cultivées et le faible nombre de fermes sur son territoire, la MRC de Charlevoix-Est est aux prises avec des enjeux de cohabitation entre agriculteurs et non-agriculteurs à cause des odeurs dégagées lors des périodes d'épandage de lisiers (Lavoie 2018, OBV Charlevoix-Montmorency 2015). Cet enjeu est tel que les

agriculteurs bénéficient d'une fenêtre d'épandage plus longue en automne que ce que prévoit le règlement provincial, et ce afin de limiter les désagréments pour les touristes et les résidents (Lavoie 2018). Dans les Maskoutains aussi, l'enjeu de la qualité de l'air est préoccupant, notamment à cause des odeurs et de la poussière générées par les activités agricoles, à tel point qu'une campagne de sensibilisation auprès de la population à ce sujet a été menée entre 2019 et 2021 (UPA Montérégie 2021).

3.1.7.4. La biodiversité

En raison de la forte proportion du territoire couvert par la forêt, de la faible superficie de la zone agricole et de l'omniprésence des pâturages sur son territoire, les enjeux de biodiversité sont plutôt négligeables à Charlevoix-Est et peu documentés (MRC Charlevoix-Est 2017). Par contre, c'est tout le contraire dans les Maskoutains, où le taux de couvert forestier est, en bien des endroits, nettement inférieur au seuil de 30 % estimé nécessaire pour garantir la régénération naturelle de la forêt (il variait, en 2015, entre 5 et 23 % selon les municipalités) (MRC des Maskoutains 2015). La fragmentation des espaces forestiers réduit aussi les chances de survie des espèces forestières en limitant leurs aires de reproduction, d'alimentation et de déplacement (Gonzalez et al. 2018, Dupras et al. 2020). De plus, les domaines bioclimatiques retrouvés sur le territoire, soit l'érablière à caryer cordiforme et l'érablière à tilleul de l'Est, sont les domaines comprenant la plus grande richesse floristique du Québec, avec plus de 1500 plantes vasculaires et plus de 40 espèces d'arbres chacune (MRC des Maskoutains 2017). La MRC comprend aussi de nombreux territoires d'intérêt écologique (Aubé 2020, MRC des Maskoutains 2017). Cinq réserves naturelles se trouvent près des monts Rougemont et Yamaska, sept écosystèmes forestiers exceptionnels sont situés en milieu privé (trois forêts refuges, deux forêts rares, une forêt ancienne et une forêt rare-refuge) et la MRC compte trois aires de confinement du cerf de Virginie, situées à l'ouest (MELCC 2020). Le territoire abrite aussi 19 espèces menacées, désignées ou susceptibles de l'être (MELCC 2020). La conservation des espèces et des habitats est donc un réel enjeu dans cette MRC.

3.1.7.5. Les changements climatiques

Les changements climatiques auront des impacts différenciés dans les MRC retenues. Selon les simulations climatiques réalisées par Ouranos (2021), les températures moyennes annuelles devraient augmenter d'environ 2,3°C dans la MRC de Charlevoix-Est à l'horizon 2041-2070. La saison de croissance devrait augmenter d'environ 27 à 29 jours, et les précipitations lors de la saison de croissance être plus abondantes, même si elles seront vraisemblablement moins bien réparties dans le temps (Agrométéo Québec 2012). Les épisodes de gel/dégel seront aussi probablement plus fréquents en hiver (Logan et al. 2011, Rapaic 2012) et les précipitations nivales risquent de diminuer pendant cette période (Ouranos 2015). Globalement, les changements climatiques devraient favoriser les productions requérant plus de chaleur en été et des saisons de croissance plus longues, mais la qualité des sols restera sans doute le facteur limitant ce potentiel de production. À l'inverse, l'augmentation des épisodes de gel/dégel en hiver pourrait compromettre la survie des plantes fourragères pérennes si le couvert de neige s'avère insuffisant pour les protéger. De même, des sécheresses hâtives au printemps pourraient compromettre l'implantation des cultures fourragères nouvellement semées.

Les changements climatiques auront des impacts vraisemblablement plus significatifs dans la MRC des Maskoutains. Les modèles actuels prévoient que la saison de croissance sera de 12 à 30 jours plus longue et que les unités thermiques maïs augmenteront d'au moins 826 unités à l'horizon 2050 par rapport à la période 1971-2000 (AgroMétéoQuébec 2020). Tout comme dans la MRC de Charlevoix-Est, les nouvelles possibilités offertes par ces changements s'accompagneront d'une augmentation des risques liés à l'augmentation de la fréquence probable des événements climatiques extrêmes et à l'arrivée de nouvelles maladies et ravageurs. Par exemple, les sécheresses plus fréquentes en période estivale et l'augmentation de la durée des canicules (les modèles prévoient jusqu'à 39 jours où la température excédera 30 degrés, alors que la moyenne est présentement de 9), couplées à des épisodes de pluies extrêmes plus fréquents, laissent présager des périodes de sécheresse plus longue qui pourraient grandement affecter les cultures annuelles non irriguées dont la rentabilité dépend de régimes pluviométriques plus réguliers (AgroMétéoQuébec 2020).

3.1.7.6. La rentabilité des systèmes agricoles

L'enjeu de la rentabilité des systèmes agricoles dans la MRC de Charlevoix-Est est bien réel. En effet, la majorité des fermes de la MRC présentent des revenus inférieurs à 50 000 \$/an, et la plupart d'entre elles (bovins de boucherie) sont dépendantes des aléas des marchés extérieurs, ce qui les rend vulnérables aux chocs économiques et limite leur capacité d'investissement (MRC Charlevoix-Est 2017). Les producteurs de porcs, pour leur part, profitent des années de bons revenus pour investir et consolider leurs entreprises, mais ils ne sont pas à l'abri non plus des chocs et leur situation est donc fortement dépendante des maladies et des prix (MRC de Charlevoix-Est 2017, UPA Capitale-Nationale 2019). Un autre indice de la précarité économique des fermes est donné par la proportion de terres cultivées louées (40 %), de même que par le pourcentage d'agriculteurs occupant cette fonction à temps partiel (40 %). Ces proportions, plus élevées que la moyenne québécoise, signalent la difficulté d'accéder au capital foncier et de tirer un revenu suffisant des activités agricoles dans la région (MRC Charlevoix-Est 2017, UPA Capitale-Nationale 2019). Dans un contexte climatique, topographique et pédologique peu favorable à l'expansion des terres en culture et des troupeaux, et dans le contexte où les agriculteurs peinent à trouver de la relève ou à rentabiliser leurs activités agricoles, il devient de plus en plus difficile d'investir pour améliorer la performance économique des systèmes agricoles.

En ce qui a trait à la rentabilité des systèmes, la réalité maskoutaine est préoccupante à certains égards, même si elle ne le laisse pas toujours paraître. En observant les moyennes et les revenus globaux, l'agriculture maskoutaine présente en effet le portrait d'un secteur en pleine vitalité économique : ses fermes sont plus productives que la moyenne québécoise, et elles génèrent, en moyenne, plus de retombées économiques que la moyenne (UPA Montérégie 2021). Or, ces moyennes cachent des difficultés financières croissantes. La valeur des terres agricoles, en hausse continue, et les taux d'endettement des fermes sont aussi à la hausse et font augmenter les charges financières des entreprises, dont les marges s'amenuisent malgré des hausses de productivité à l'hectare (Campeau et al. 2016, MRC des Maskoutains 2017). Ainsi, l'enjeu de la rentabilité des fermes dans la MRC est bel et bien présent. De plus, malgré leur santé financière, les grandes entreprises agricoles s'avèrent

incapables de soutenir l'économie locale et les commerces de proximité. En effet, celles-ci, à cause de leur nombre réduit, ne suffisent plus à soutenir les garages, épiceries et autres commerces des villages qui créaient de l'emploi et généraient de l'activité économique, pas plus qu'elles ne génèrent des emplois locaux liés à l'agroalimentaire puisque les produits sont transformés et vendus ailleurs (Aubé 2020, Doucet 2017). En 2007, le maire de Saint-Marcel-de-Richelieu, une petite municipalité située au nord de la MRC, déclarait : « Il est toujours remarquable, lire surprenant, que Saint-Marcel-de-Richelieu, avec une superficie moyenne par ferme de plus de 130 hectares, soit à la fois une des municipalités où on retrouve les plus grandes fermes du Québec et la municipalité aux prises avec le plus bas indice de développement économique de la MRC des Maskoutains » (Municipalité de Saint-Marcel-de-Richelieu 2007 : 11).

La rentabilité des entreprises agricoles est aussi menacée par la dégradation des sols et les changements climatiques, puisque ceux-ci menacent le maintien à long terme des rendements. La globalisation des échanges agricoles, qui s'est accentuée au cours des cinq dernières années³⁹, fait également vaciller cette rentabilité en ouvrant des brèches dans les systèmes de gestion de l'offre qui garantissent un certain niveau de revenus aux producteurs agricoles (Gouvernement du Canada 2020).

3.1.7.7. L'attractivité des milieux

Dans la MRC de Charlevoix-Est, l'attractivité du milieu est une question centrale, puisqu'elle est liée de près au tourisme qui est l'une des activités économiques principales (Tourisme Charlevoix 2018). Cette attractivité passe notamment par le maintien des points de vue et des bassins visuels offerts par les champs cultivés. En effet, la déprise agricole est reconnue

³⁹ via, entre autres, la signature de plusieurs accords internationaux (Accord économique et commercial global (AECG) entre le Canada et l'Union européenne, Accord de Partenariat transpacifique global et progressiste (PTPGP) et le récent ACEUM, Accord Canada-États-Unis-Mexique), qui ouvrent les frontières à la concurrence étrangère pour de nombreux produits agricoles

comme une cause des pertes de points de vue sur les montagnes et le fleuve dans la MRC (MRC de Charlevoix-Est 2017, Ruralys 2010). L'abandon des cultures est aussi interprété comme le signe d'un essoufflement économique par les résidents, ce qui nuit à la qualité de vie dans le milieu (Lavoie 2018, comm. pers.). Les vieux bâtiments agricoles, dont certains ont une valeur patrimoniale (Patri-Arch 2011), sont vus par les autorités comme un patrimoine collectif à conserver, alors qu'ils n'ont plus de réelle utilité pour les agriculteurs qui ne leur accordent pas une grande valeur (Lavoie 2018, comm. pers.). L'intérêt de la préservation des activités agricoles dans la MRC est donc double : en plus de constituer une activité économique en soi, la conservation des activités agricoles permet de conserver l'attractivité des paysages et de légitimer la préservation de bâtiments agricoles patrimoniaux, ce qui contribue à soutenir l'industrie touristique qui, en retour, soutient l'agriculture (MRC Charlevoix-Est 2018).

Consciente de cet enjeu, la MRC de Charlevoix-Est a déjà fait l'objet de plusieurs diagnostics paysagers de type experts depuis plusieurs dizaines d'années et a intégré des préoccupations paysagères à son schéma d'aménagement et à son plan de développement de la zone agricole (Ruralys 2010, MRC Charlevoix-Est 2018). Par exemple, la gestion des peuplements forestiers et les activités d'abattage et de plantation d'arbres situés dans les zones paysagères sensibles font l'objet d'une attention particulière afin de concilier activités économiques et maintien des paysages de qualité (MRC Charlevoix-Est 2018). Les activités agroforestières sont également permises sur les lots agricoles situés dans ces zones paysagères identifiées puisqu'elles permettent le maintien des terres en culture (MRC Charlevoix-Est 2018).

En termes d'attractivité, la MRC des Maskoutains est surtout connue pour ses paysages de plaine agricole et de monoculture qui offrent une vue sur les collines montérégiennes. Ces paysages d'agriculture intensive font l'objet de perceptions contrastées au sein de la MRC : alors que certains les associent à la dégradation de la qualité de l'environnement, d'autres en apprécient la grandeur et la possibilité qu'ils offrent d'observer les montérégiennes, ce qui complexifie les démarches collectives visant à les diversifier (Ruiz et al. 2012). L'enjeu de

l'attractivité y est cependant beaucoup, beaucoup moins central que dans la MRC Charlevoix-Est. En effet, la MRC des Maskoutains ne dépend pas du tourisme ; la qualité esthétique des paysages n'est donc pas considérée comme un levier économique important par les acteurs actuels, mais plutôt comme un élément participant au mieux-être des habitants. Néanmoins, des diagnostics paysagers ont été conduits dans la MRC afin de révéler les paysages appréciés et moins appréciés par les habitants et les visiteurs, témoignant d'un certain intérêt pour cette question de l'attractivité, mais aussi de la signification des paysages pour les résidents (Ruiz et al. 2012).

Les MRC de Charlevoix-Est et des Maskoutains présentent donc des contextes et des paysages agricoles fort différents et des enjeux sociaux et écologiques variant grandement en intensité. Tous en conservant leurs caractéristiques propres, ces MRC illustrent néanmoins assez bien les deux grandes dynamiques paysagères observées en milieu agricole depuis la 2^e moitié du 20^e siècle : la déprise, surtout visible dans les régions relativement éloignées des grands centres et des axes de transport principaux, et présentant des conditions pédoclimatiques, mais aussi sociodémographiques et économiques peu propices à l'investissement et au maintien des activités agricoles, et l'intensification, plutôt l'apanage des régions où climat, fertilité des sols et développement socioéconomique ont permis aux systèmes agricoles de se spécialiser et de profiter de la marchandisation des denrées agroalimentaires à l'échelle mondiale.

L'étude des possibilités offertes par ces dynamiques et contextes socio-écologiques pour l'introduction de SAI dans les paysages a nécessité le recours à des méthodes et approches d'enquête croisées, qui sont présentées brièvement dans la section suivante.

3.2. Aperçu général de la méthodologie

La construction d'une thèse par articles a ceci de stimulant qu'elle permet d'acquérir, en plus des compétences liées à la conception et à la réalisation d'un projet de recherche d'envergure,

une riche expérience en matière de rédaction scientifique. Or les articles, en comportant leur propre cohérence interne, ne permettent pas de bien lier les différents résultats émanant des travaux de recherche de la thèse, et leur imbrication peut apparaître difficile à comprendre. La présente section a donc pour but de dresser le portrait général de la méthodologie et de voir comment les différents volets de la thèse ont été construits, en cohérence avec notre cadre conceptuel, notre approche et nos objectifs de recherche. Puisque les détails concernant chacune des méthodes, du choix des répondants à l'analyse des données, sont décrits dans les différents articles composant les chapitres de résultats (chapitres 4, 5 et 6), nous les omettons pour l'instant afin de mettre plutôt en lumière en quoi les principaux outils d'enquête ont permis le croisement des données sociales et écologiques.

3.2.1. Entrevues semi-dirigées

En concordance avec notre désir de donner la parole aux habitants et acteurs des territoires à l'étude et aux acteurs de l'agroforesterie, l'un de nos outils d'enquête de prédilection fut l'entrevue semi-dirigée. Grâce à son canevas relativement souple, ce type d'entretien permet en effet de collecter des informations sur des sujets préalablement ciblés, mais aussi de laisser place à des sujets suggérés par les participants au cours de la conversation (Mucchielli 2009, Royer et al. 2009, Savoie-Zajc 1997). Les entrevues se sont déroulées auprès des différents intervenants œuvrant dans des domaines liés à l'agriculture, à la foresterie, à l'aménagement et à la protection ou à la gestion des ressources naturelles dans les MRC choisies pour l'étude (tableau 3.3.). La plupart des entrevues se sont déroulées en individuel, mais quelques-unes ont eu lieu en sous-groupes de quelques personnes. Le canevas d'entrevue retenu reprenait des thèmes liés aux enjeux tant écologiques que sociaux possiblement retrouvés sur les territoires, des questions ouvertes sur les connaissances des intervenants sur l'agroforesterie et les SAI, ainsi que sur la place potentielle envisagée pour ces systèmes dans les paysages du territoire.

Tableau 3.3. Nombre et domaines d'expertise des personnes impliquées dans les différentes phases d'enquêtes.

Type d'enquête	Type de participants	Charlevoix- Est	Les Maskoutains	Hors MRC	Total
Entrevues semi-dirigées	Experts locaux	10	13	4	27
	<i>Agriculture</i>	5	6	-	11
	<i>Foresterie</i>	2	3	-	5
	<i>Aménagement</i>	1	2	-	3
	<i>Environnement (OBV)¹</i>	1	1	-	2
	<i>Élus</i>	1	1	-	2
	<i>Experts agroforestiers</i>	-	-	4	4
Groupes de discussion (enquêtes SWOT-AHP)	Intervenants territoriaux²	10	9	-	19
	<i>Domaine agricole³</i>	5	3	-	8
	<i>Domaine forestier⁴</i>	2	2	-	4
	<i>Aménagistes</i>	2	2	-	4
	<i>Élus</i>	1	2	-	3
Questionnaire en ligne - préférences visuelles	Résidents des MRC⁵	76	85	0	161
Total²		96	107	4	207

¹ OBV : Organisme de bassin versant.

² Certains intervenants ont participé à plus d'une étape de collecte (entrevues et groupes de discussion).

³ Regroupe des agronomes, des techniciens, des enseignants en agriculture et des agriculteurs.

⁴ Regroupe des ingénieurs forestiers, des techniciens, des membres de coopératives et des membres d'Agences forestières.

⁵ Les personnes travaillant en agriculture ont été exclues de cette phase.

Les enregistrements des entrevues effectuées auprès des experts des territoires ont fait l'objet d'une retranscription et d'une codification en fonction des éléments de contenu recherchés (Mucchielli 2009) : les sept enjeux de l'agroécosystème québécois, les sites d'implantation privilégiés pour les SAI et les caractéristiques des espèces ligneuses ou des systèmes à considérer. Deux méthodes d'analyse complémentaires ont été utilisées pour déterminer les priorités régionales en fonction des perceptions des acteurs locaux. La fréquence relative d'apparition des différents éléments dans les discours (soit, par exemple, le nombre d'éléments se rapportant à un enjeu par rapport au nombre total d'éléments de discours traitant de l'ensemble des enjeux) a été calculée afin de comparer l'importance accordée à chacun des éléments. Le choix de cette mesure a été préféré au nombre de personnes ayant mentionné l'élément car elle permet de capter à la fois la répétition de certains éléments d'un

acteur à l'autre et la répétition d'éléments au cours d'une même entrevue, ce qui témoigne mieux de leur importance dans les idées des acteurs (Silverman 2019). Ces fréquences ont ensuite été modulées en fonction de l'importance de l'enjeu révélé dans les discours et notées avec le symbole +, ++ ou +++. Par exemple, un enjeu qui n'apparaît que quelques fois dans les discours mais dont les intervenants soulignent l'importance est noté par le symbole ++, tandis qu'un enjeu ayant la même fréquence d'apparition mais dont l'importance est toujours relativement plus faible pour les acteurs est noté +. Les enquêtes réalisées auprès des intervenants des milieux se sont avérées extrêmement riches et révélatrices des divers enjeux vécus dans les milieux et de la place potentielle des SAI dans les territoires en fonction des différents enjeux socio-écologiques. Puisqu'elles nous semblent bien compléter les résultats présentés aux chapitres 4 à 6, mais qu'elles n'ont pu trouver de place dans les chapitres rédigés sous forme d'articles scientifiques, nous en présentons une synthèse à la fin de ce chapitre. Le même type d'entretien semi-dirigé et enregistré, puis retranscrit et analysé à partir d'une codification thématique, fut choisi pour recueillir, auprès des experts en agroforesterie, des informations relatives à leurs visions et motivations agroforestières, à l'intérêt des SAI pour les paysages d'intensification et de déprise agricole, à la démarche décisionnelle à préconiser pour les implanter sur les territoires et aux espèces ligneuses possibles à utiliser dans ces systèmes. Les annexes 1 et 2 présentent les guides d'entretien utilisés respectivement auprès des intervenants locaux et des experts agroforestiers.

3.2.2. Enquêtes SWOT-AHP ⁴⁰

Le diagnostic territorial, entamé lors des entrevues semi-dirigées auprès des professionnels locaux, fut complété par la tenue de deux groupes de discussion (un par région) qui réunirent les mêmes types d'intervenants (conseillers agricoles et forestiers, aménagistes et élus) et visaient à mieux comprendre le potentiel d'intégration des SAI dans les territoires ciblés.

⁴⁰ *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats – Analytical Hierarchy Process (SWOT-AHP)*. Bien qu'il existe une dénomination en français pour l'acronyme SWOT (FFOM pour forces, faiblesses, opportunités et menaces), nous n'avons pu trouver la traduction de l'acronyme complet en français. Ainsi, nous utiliserons l'acronyme anglais dans l'ensemble du texte. Même si ce n'est pas l'idéal, cela contribuera au moins à limiter le nombre d'acronymes utilisés.

Certains agriculteurs, invités de manière indirecte à participer aux groupes de discussion (ils furent invités par des personnes invitées), furent inclus dans ces groupes également, bien qu'il ne fût pas prévu de les compter parmi les participants au départ. Les groupes de discussion furent privilégiés à cette étape car le nombre d'intervenants à réunir dans chacun des territoires, environ 10 (tableau 3.3), s'avérait compatible avec l'établissement d'une bonne dynamique de groupe (Mucchielli 2009), et que cette méthode, par l'interaction qu'elle génère entre les participants, facilite l'apparition de nouvelles données directes (de nouvelles informations sont générées lors des interactions) ou indirectes (la nature des interactions renseigne sur les consensus ou les points de discord, par exemple) qui peuvent être fort utiles lors de l'analyse (Evans 2011). De plus, même si certains intervenants avaient été préalablement rencontrés lors des entrevues semi-dirigées (tableau 3.3), le groupe de discussion s'est tout de même avéré complémentaire à cette première phase de collecte, car les participants réunis en groupe modifient toujours leur discours à la faveur de « mécanismes d'influence sociale et [d'un] travail d'élaboration collective des représentations » (Evans 2011 : 94). Les informations transmises par les mêmes participants ne peuvent donc être exactement les mêmes dans ces deux types d'activités, ce qui justifie leur inclusion à plus d'une étape de la collecte de données.

Le groupe de discussion fut mené à partir de la méthode SWOT-AHP (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats – Analytical Hierarchy Process*) (Saaty 2010). Cette méthode est une forme particulière d'analyse multicritère de décision (de Almeida et al. 2018) qui implique deux phases, l'une de nature qualitative et l'autre de nature plutôt quantitative. La première, et la plus couramment utilisée dans des exercices de diagnostics, consiste à identifier les forces et faiblesses internes à un objet donné (ici, les territoires à l'étude) en regard d'un objectif à atteindre (dans notre cas, l'implantation de SAI), ainsi que les menaces et opportunités provenant de l'extérieur qui peuvent aussi influencer la réalisation de cet objectif (de Almeida et al. 2018, Shrestha et al. 2004). Les intervenants furent invités à discuter en sous-groupes formés par secteur d'activité (figure 3.9) et à identifier trois forces, trois faiblesses, trois opportunités et trois menaces liées à l'implantation des SAI dans leurs territoires dans une perspective de développement durable,

puis à discuter des éléments en grand groupe et à voter pour en arriver à une matrice finale de 12 facteurs (annexe 3).

La construction des matrices SWOT donna l'opportunité aux participants de nommer différents éléments pouvant influencer l'intégration des SAI dans les territoires, sans cadrage préalable. Les éléments nommés par les participants référaient tant à des réalités écologiques que biophysiques et sociales. à la fois les éléments écologiques, biophysiques et sociaux qui pourraient influencer l'intégration des SAI dans les territoires. Par la suite, les participants procédèrent, individuellement, à l'analyse hiérarchique (la partie AHP, plus quantitative, de la démarche SOWT-AHP) des 12 facteurs en les comparant deux à deux sur une échelle de 1 à 9 en fonction de leur importance relative pour l'intégration des SAI dans les paysages de leur territoire (annexe 3), en plus de remplir un questionnaire sociodémographique pour capturer certaines données de base permettant de mieux situer ces professionnels par rapport à la population générale du territoire (annexe 3). Cette phase de collecte de données quantitatives rendit possible l'identification des facteurs de la matrice SWOT qui, parmi les 12, s'avéraient les plus importants pour les acteurs, comblant du même coup l'une des plus grandes faiblesses des analyses SWOT (Shrestha et al. 2004).



a.



b.

Photos : Catherine Mercier.

Figure 3.9. Groupes de discussion. a. Explication des consignes. **b.** Période de réflexion en sous-groupes.

La dernière phase du groupe de discussion fut la comparaison, toujours en paires de deux, de trois scénarios différents d'aménagement de SAI présentés sous forme de tableaux comparatifs et expliqués verbalement aux participants (chapitre 4, annexe 3). La présentation de ces scénarios d'aménagement, en fournissant quelques indications quant à leurs aménagements, leurs produits et leurs modes de financement, furent aussi l'occasion d'allier contexte écologique et contexte social dans l'analyse de l'intégration des SAI dans les paysages.

Les scénarios agroforestiers présentés aux participants, bâtis à partir des entrevues semi-dirigées et des premières entrevues réalisées auprès des experts agroforestiers, présentent nos premières hypothèses d'aménagements. À la suite des résultats obtenus lors des groupes de discussion, et aussi à la lumière de nos recherches plus approfondies sur les possibilités d'aménagement des SAI, des scénarios d'aménagement différents furent proposés aux citoyens : les résineux furent éliminés et des arbustes furent introduits dans les différents scénarios (voir chapitre 5).

3.2.3. Questionnaires sur les préférences visuelles

L'objectif poursuivi à travers l'étude des perceptions des citoyens était double : il s'agissait dans un premier temps de vérifier si certains paramètres d'aménagement des SAI ou des certaines caractéristiques des individus avaient une influence significative sur l'appréciation des paysages agricoles (volet quantitatif), et de mieux comprendre les raisons expliquant ces appréciations (volet qualitatif). Afin de rejoindre un nombre relativement important de citoyens afin d'obtenir un volume de résultats qui permettrait les analyses statistiques, nous avons choisi de procéder par questionnaire d'enquête en ligne (annexe 4). Facile à distribuer et à partager via les réseaux sociaux et listes de distribution internet, cet outil se révéla le mieux adapté et le plus économique en vertu de nos objectifs et ressources (Gingras et Belleau 2015), d'autant plus que des plateformes spécialisées et relativement économiques permettent l'administration du questionnaire dans le plus grand respect de la confidentialité et des normes éthiques (Gingras et Belleau 2015). En effet, à la suite de quelques visites plutôt infructueuses dans des commerces et lieux publics des MRC afin de recruter des

participants pour cette phase de la recherche, il nous sembla évident que l'administration du questionnaire en face-à-face, introduisant de toute manière de nombreux biais (dont celui de la désirabilité⁴¹) serait des plus compliquées et, surtout, des plus longues et fastidieuses. Des contacts par courriel et par téléphone à des responsables de groupes diversifiés possédant des listes de distribution de résidents des MRC furent établis, ce qui permit la diffusion beaucoup plus efficace de notre outil d'enquête. Ce type de recrutement non probabiliste était aussi compatible avec nos objectifs, où nous ne visions pas nécessairement une représentativité, mais plutôt une diversité d'individus.

La construction des scénarios photo procéda, nous l'avons dit, à la fois de l'analyse préliminaire des enquêtes et groupes de discussion menés auprès des acteurs locaux et des entrevues et recherches documentaires menées sur les SAI. Nous avons d'abord réfléchi à 12 scénarios agroforestiers formant un design factoriel complet comprenant deux niveaux de cultures agricoles (blé et prairies), deux niveaux d'écartement des rangées d'arbres (15 m et 30 m) et trois niveaux de diversité (une seule espèce d'arbres, plusieurs espèces ou plusieurs espèces avec des arbustes). Des trois facteurs que nous voulions tester (le type de culture agricole, l'écartement entre les rangées d'espèces ligneuses et leur diversité), nous avons dû éliminer le type de culture agricole car, lors des pré-tests, le nombre de scénarios photos générés nous apparaissait trop grand et, surtout, répétitif, ce qui risquait d'entraîner un grand nombre d'abandon des questionnaires en cours de route (Royer et al. 2009). Un seul type de cultures, les plantes fourragères, fut donc utilisé dans les scénarios finaux. Le choix d'éliminer le type de culture agricole se justifie par le fait que, contrairement aux autres paramètres qui ont un caractère plus pérenne, les cultures changent souvent d'année en année; nous avons donc concentré notre étude sur les paramètres d'aménagement qui présentaient une stabilité dans le temps, et non nécessairement le plus grand effet visuel. Le blé fut éliminé des scénarios car l'âge des arbres présentés sur les scénarios semblait être plus compatible

⁴¹ Le biais de désirabilité apparaît lorsque les répondants ajustent leurs réponses aux attentes qu'ils perçoivent de l'enquêteur; le fait d'être face à l'enquêteur accentue ce désir de plaire, et entraîne les participants à répondre différemment aux questions posées de ce qu'ils auraient fait s'ils avaient été seuls.

avec des cultures moins exigeantes en lumière, comme les plantes fourragères (Garrett et al. 2009).

Comme l'ont pertinemment souligné de nombreux auteurs (Gao et al. 2019, Gyllin et Grahn 2015, Kalidova et al. 2014), les questionnaires utilisant des scénarios photos présentent le grand désavantage de ne pouvoir cerner les *raisons* expliquant les appréciations paysagères des répondants, l'interprétation étant le plus souvent laissée aux enquêteurs. Lorsque les participants peuvent s'exprimer à cet effet, c'est le plus souvent à travers des catégories de réponses prédéfinies en amont qui limitent l'éventail des réponses possibles et empêchent, du même coup, l'expression de raisons qui seraient autres ou non déterminées à l'avance par les chercheurs (Domon et Ruiz 2015, Kalidova et al. 2014). Comme cette approche nous semblait plutôt réductrice, et puisque nous tenions à donner la parole à un nombre suffisant de citoyens pour procéder à nos analyses statistiques, nous avons choisi, pour cinq des paysages présentés, de poser une question ouverte à laquelle toutes les raisons d'aimer ou de ne pas aimer le paysage pouvaient être exprimées sans contrainte. Cette combinaison de cotes d'appréciation et de commentaires a d'ailleurs été utilisée récemment dans d'autres études (Muratet et al. 2015, Fyrhi et al. 2009). Notre pari s'avéra fructueux, puisque des caractéristiques des paysages agroforestiers apparurent sous un nouveau jour à travers ces commentaires; les détails des découvertes réalisées grâce à ces questions sont décrits au chapitre 5.

Ici encore, les données biophysiques et écologiques (possibilités d'aménagement des systèmes agroforestiers, contextes des MRC) furent mises à profit pour collecter des données sur le contexte social des MRC. De même, le croisement des données qualitative et quantitatives fut possible à travers ce volet.

3.2.4. Approche multicritère de décision pour la construction des outils

Dans la même optique que l'approche utilisée pour le diagnostic territorial, et dans la mesure où aucun outil de référence n'avait encore vu le jour pour l'implantation de SAI dans une

perspective territoriale et de bien-être durable, la démarche que nous avons utilisée pour construire les outils mobilise les principes de l'analyse multicritère de décision, ou AMCD (de Almeida et al. 2018). L'AMCD regroupe un ensemble de processus visant à déterminer des scénarios optimaux en fonction d'objectifs précis et de critères variés, souvent à l'aide d'un processus de priorisation effectué par différents acteurs d'un domaine ou d'une région donnée (Ananda et Herath 2009, de Almeida et al. 2018). Elle permet ainsi de prendre en compte une pluralité de points de vue, d'intérêts et d'objectifs afin de juger de la pertinence de certaines actions à poser sur le territoire (Sheppard 2005) ou d'en envisager de nouvelles dans un processus consensuel. Son usage s'avère pertinent dans un contexte de prise de décisions ayant des impacts à long terme (Ananda et Herath 2009). L'analyse multicritère est utilisée depuis longtemps dans les domaines de la foresterie (Kangas et Kangas 2005, Sheppard 2005), de l'agriculture (Hayashi 2000) et de la gestion des ressources naturelles (Ananda et Herath 2009, Prévil et al. 2004). Elle a notamment été utilisée par Tartera (2014) dans l'une des parties de son guide d'aménagement agroforestier.

La démarche générale de l'AMCD se divise en six étapes (Ananda et Herath 2009) : 1) la définition des objectifs, 2) le choix des critères, 3) la transformation des critères en unités mesurables de façon quantitative ou qualitative, 4) l'attribution d'un poids relatif à chacun de ces critères, 5) le choix d'un algorithme permettant de prioriser certaines alternatives d'aménagement et 6) le choix d'une ou de plusieurs alternatives.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes limités aux quatre premières étapes du processus puisque notre objectif n'est pas de choisir les meilleures alternatives d'aménagement pour les MRC à l'étude, mais bien de construire un outil d'aide à la décision et de vérifier si certains SAI pourraient être envisagés dans le contexte des MRC dans une perspective de durabilité sociale et écologique. Aussi, nous n'avons impliqué les acteurs et les experts agroforestiers qu'en amont de leur construction pour des raisons essentiellement liées au temps qui était limité.

De plus, plutôt que de rester ancrés dans les MRC, il nous est apparu plus porteur et plus réaliste de réfléchir à ces outils d'aide à la décision dans une perspective plus globale. Ce choix fut motivé par deux raisons principales. Premièrement, une approche réellement territorialisée aurait nécessité de multiples allers-retours et un investissement en temps assez important avec les intervenants et les citoyens du milieu afin de valider les outils, de mieux les adapter aux contextes spécifiques des territoires et de trouver des aménagements qui auraient réellement un intérêt pour ces MRC (Olivier de Sardan 2008). Or, les conditions dans lesquelles se sont déroulées la recherche (obligations familiales et travail, puis contexte de la pandémie) ne nous ont pas permis de nous investir à ce point dans les milieux. Deuxièmement, comme les milieux choisis présentaient des caractéristiques biophysiques très diversifiées et que celles-ci couvraient la plupart des conditions retrouvées à l'intérieur de la zone agricole, il nous a semblé pertinent, du moins pour ces paramètres, de bâtir des outils dont la portée était celle de la zone agricole du Québec. En ce qui a trait aux paramètres sociaux, ceux qui sont apparus significatifs à travers nos enquêtes ont trouvé leur place dans nos outils, et nous avons opté pour une certaine prudence dans leur libellé et le choix des seuils à utiliser afin d'ouvrir les possibilités à d'autres réalités que celles observées dans les territoires étudiés. De ce point de vue, les outils invitent à creuser davantage ces aspects dans les contextes de leur utilisation plutôt qu'ils n'offrent des recettes à appliquer.

3.2.5. Chronologie des phases de la recherche et imbrication des volets

Les différents volets de la thèse ont été construits de façon parallèle et imbriquée au cours de l'ensemble de la recherche. Ce synchronisme a permis aux différents processus de collecte et d'analyse de données de contribuer, chacun à leur façon, non seulement à la construction du volet pour lesquels ils furent conçus au départ, mais aussi aux autres volets (figure 3.10).

La collecte de données a débuté en 2014 avec les entrevues semi-dirigées de groupes ou individuelles auprès des intervenants locaux (tableau 3.3). Prévu au départ comme une étape exploratoire, ces enquêtes ont été mises à profit lors de la conception des scénarios agroforestiers à présenter aux acteurs de première ligne (enquêtes SWOT-AHP, volet 1,

présenté au chapitre 4) et aux résidents (préférences visuelles expliquées, volet 2, présenté au chapitre 5), en plus d'enrichir les différents rapports consultés afin de mener aux diagnostics territoriaux nécessaires à la réalisation des outils d'aide à la décision (volet 3, chapitre 6).

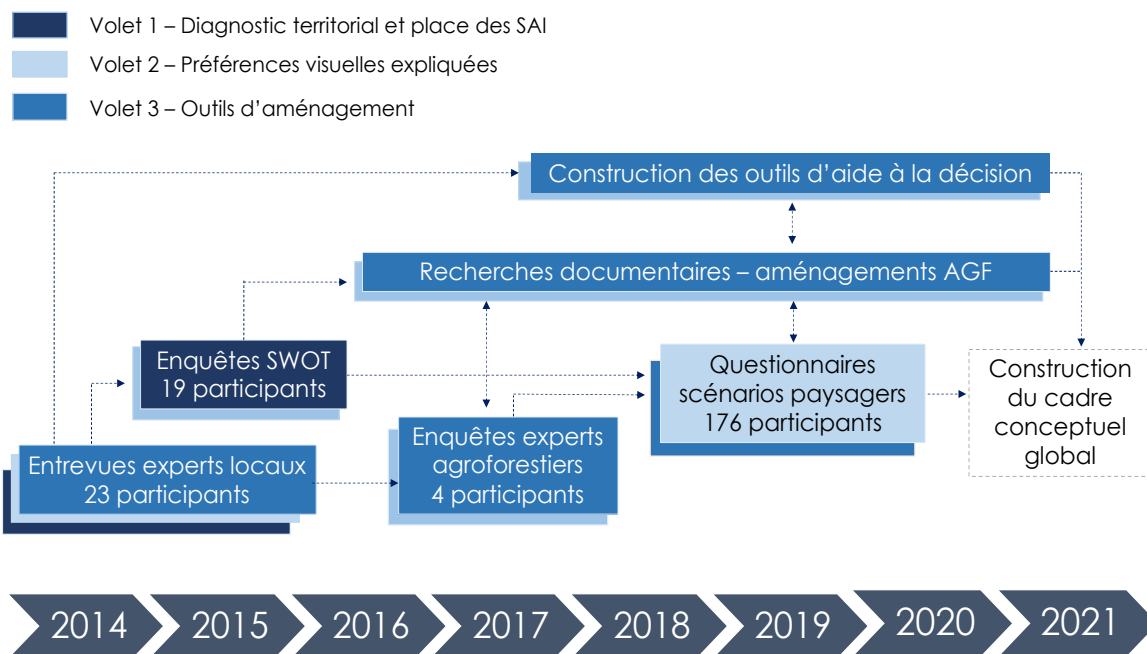


Figure 3.10. Chronologie et imbrication des différentes phases de collecte et d'analyse des données. Les rectangles superposés indiquent les volets auxquels les différentes étapes de collecte de données ont contribué, le rectangle du dessus portant la couleur du volet pour lequel cette étape a été principalement conçue. Les flèches indiquent pour leur part la nature des liens (uni ou bidirectionnels) entre ces différentes étapes de collecte.

En 2015, les acteurs de première ligne (conseillers agricoles et forestiers, aménagistes et élus⁴²) furent rencontrés dans le cadre des groupes de discussion (enquêtes SWOT-AHP,

⁴² Quelques agriculteurs se sont aussi intégrés à cet exercice, souvent parce qu'ils agissaient aussi à un autre titre au sein de leur territoire (aménagiste, élu, etc.). Cependant, leur nombre étant limité (3), et leur apport en tant que professionnels requise, leur présence fut considérée comme un avantage plutôt que comme un inconvénient.

chapitre 4). Les résultats obtenus alors, combinés aux entrevues semi-dirigées menées précédemment, menèrent à l'identification des paysages agricoles⁴³ et des trois grandes familles d'aménagements agroforestiers qui allaient constituer le cœur du questionnaire d'enquête pour les résidents des MRC (chapitre 5).

Afin de bâtir des scénarios d'aménagements agroforestiers les plus réalistes possibles, un recensement des espèces d'arbres et d'arbustes utilisés en SAI, accompagnés de leurs caractéristiques (morphologie, conditions de croissance, etc.), se devait d'être réalisé. Or, ce recensement fut plus ardu que prévu, les ressources documentaires s'avérant soit relativement avares de détails à cet effet, ou encore non adaptées au contexte québécois (voir chapitre 6). C'est ainsi que l'expertise de quatre experts agroforestiers fut mise à profit pour compléter les scénarios : ceux-ci nous renseignèrent sur les principaux critères à considérer pour faire le choix des espèces ligneuses à implanter sur les parcelles agricoles ou en friche, et discutèrent les résultats de nos recherches documentaires sur les espèces ligneuses propices à utiliser en SAI. C'est ainsi qu'un prototype d'outil d'aide à la décision, d'abord créé pour les besoins de la recherche, germa.

Une fois les scénarios photos complétés, le questionnaire d'enquête en ligne fut monté et, à la suite de pré-tests concluants, diffusé auprès des résidents des MRC. Un total de 161 réponses furent retenues pour l'analyse. Les résultats contribuèrent, en plus des enquêtes et recherches documentaires précédentes, à la construction des outils d'aide à la décision (chapitre 6). Finalement, nous tenons à souligner que, sans l'apport et les commentaires des réviseurs de l'article qui est présenté au chapitre 5 (préférences visuelles des résidents) qui nous ont mis sur la piste des systèmes socio-écologiques, nous n'aurions jamais pu

⁴³ Au chapitre 5, à la suite de la suggestion des réviseurs de l'article, les paysages agricoles ont pris le nom de « paysages ruraux ». Or, afin de bien marquer leur ancrage en zone agricole, nous préférons conserver l'expression « paysages agricoles » dans la thèse.

développer le cadre conceptuel présenté au chapitre 2 (figure 3.10) ; c'est ce qui explique que la construction de ce volet apparaisse à la toute fin du processus.

Maintenant que la problématique est posée, le cadre conceptuel expliqué et les territoires et principales méthodes d'enquête décrites, place aux résultats !

3.3. Perspectives préliminaires recueillies lors des entrevues semi-dirigées

3.3.1. Enjeux et place des SAI à Charlevoix-Est

3.3.1.1. Enjeux

L'attractivité du territoire, directement liée au maintien des activités agricoles (pâturages et animaux) et de l'ouverture des paysages, trône comme principal enjeu territorial dans la MRC de Charlevoix-Est (tableau 3.4). Ce résultat correspond tout à fait au portrait dressé de la MRC, pour laquelle les activités touristiques sont capitales. L'enfrichement, pour sa part, est considéré problématique seulement pour les néoruraux, car pour les acteurs locaux, « le manque de main-d'œuvre rend inutile la remise en culture des terres en friche » (P2⁴⁴). La rentabilité des entreprises agricoles arrive en deuxième position, celle-ci passant, pour les acteurs, par une diversification des sources de revenus des ménages agricoles. Encore ici, on souligne la difficulté de maintenir les fermes en activité dans un contexte de vieillissement et de pénurie de main-d'œuvre. Les SAI sont aussi vus comme seulement partiellement pertinents, car le prix du bois reste relativement faible pour les producteurs forestiers privés. L'enjeu de la qualité de l'eau, notamment dans les rivières Malbaie et Jean-Noël, ainsi que dans le lac Nairne, préoccupent les acteurs et se classe au 3^e rang. Les perceptions négatives de la coupe du bois dans les forêts privées par les citoyens, de même que d'autres enjeux liés à la récolte du bois en forêt sont nommés comme des enjeux relativement importants puisqu'ils rendent plus difficile la poursuite d'une activité ayant pourtant une histoire importante dans le milieu. Les SAI seraient dans ce cadre les bienvenus, car tout en

⁴⁴ P2 désigne le deuxième participant aux entrevues.

accroissant l'accessibilité du bois de qualité, ils « pourraient faire en sorte que le bois coupé est plus accepté, car il reste l'agriculture » (P5).

Tableau 3.4. Importance relative des enjeux de l'agroécosystème de la MRC de Charlevoix-Est énoncés par les experts régionaux.

Enjeux	Fréquence d'apparition dans les entrevues (n=108)¹	Importance qualitative rapportée par les répondants (+,++,+++)
Attractivité du territoire Activités agricoles essentielles au tourisme, enrichissement dérange les néoruraux, attractivité liée à la présence d'animaux au pâturage et à la présence de pâturages	37,0%	+++ (et +)
Rentabilité des exploitations agricoles Région où l'agriculture est peu compétitive, besoin de diversifier les revenus, transformation locale du bois pourrait être une avenue, prix du bois relativement faible, crise de main-d'œuvre.	22,2%	+++
Qualité de l'eau Présence de résidus de pesticides dans l'eau, nitrates, gestion des lisiers parfois problématique, épisodes de cyanobactéries dans le lac Nairne	17,6 %	++
Enjeux forestiers Accessibilité faible du bois de qualité en forêt, mal vu socialement de couper un arbre, producteurs forestiers veulent réduire les coupes	13,9%	+++
Qualité des sols Faibles taux de matière organique, érosion des berges (perte de sol) et érosion éolienne.	5,6%	+
Biodiversité Connectivité des boisés, régénération des espèces forestières, présence accrue de cerfs de Virginie.	0 %	+
Changements climatiques Intérêt pour la captation de carbone, opportunité pour la recherche, enjeu du climat pour le tourisme hivernal	7,4%	+
Autres Cohabitation	0,9%	+

¹ Le n correspond au nombre total d'éléments se rapportant aux enjeux vécus dans la MRC nommés dans l'ensemble des entrevues, et non au nombre de répondants.

Les autres enjeux, d'ordre écologique surtout, s'avèrent marginaux pour les acteurs. On note par ailleurs que l'enjeu des changements climatiques les préoccupe, mais dans une perspective touristique et non agricole ou écologique, puisque les hivers plus doux, selon eux, risquent de perturber les activités hivernales offertes aux visiteurs. En somme, ce sont surtout des considérations économiques qui constituent les principaux enjeux territoriaux relevés par les acteurs de la MRC, ce qui est concordant avec les difficultés économiques de la région présentées dans la première section de ce chapitre.

3.3.1.2. Sites d'implantation à privilégier

Même en n'ayant qu'une connaissance très limitée des SAI, les acteurs de Charlevoix-Est ont identifié des lieux potentiellement propices à leur implantation (tableau 3.5).

Tableau 3.5. Principaux sites d'implantation proposés par les acteurs de Charlevoix-Est.

Sites d'implantation privilégiés	% des mentions (n=45)	Importance qualitative
Sites permettant d'améliorer l'esthétique des paysages	65,3 %	+++
<i>Sites visibles à partir de certaines routes (route des montagnes, 138, etc.)</i>	28,6 %	+++
<i>Sites cachant des éléments perturbateurs du paysage (gravière, parc industriel)</i>	16,3 %	+++
<i>Friches agricoles</i>	20,4 %	+++
Sites améliorant la qualité de l'environnement (sols, eau, compensation pour agrandissement du périmètre urbain)	34,7 %	++
TOTAL	100 %	

Sans surprise, ce sont les sites qui permettraient d'améliorer l'esthétique du paysage qui furent les plus fréquemment nommés (65,3 %), qu'il s'agisse de sites où les SAI créeraient

des percées visuelles ou seraient visibles de la route, de sites où ces systèmes pourraient cacher certains éléments moins appréciés des paysages (gravière, parc industriel, etc.), ou encore de friches agricoles récentes, toujours dans une optique d'attractivité et en dépit de défis de main-d'œuvre mentionnés précédemment. Les autres sites mentionnés sont les sites sensibles à l'érosion ou en bordure de cours d'eau. Une proposition inédite de faire de l'implantation de SAI une mesure environnementale compensatoire à l'étalement du périmètre urbain de Clermont fut aussi formulée, traduisant déjà une certaine compréhension des avantages des SAI et de leurs effets sur l'environnement à l'échelle territoriale.

3.3.1.3. Espèces ligneuses à préconiser

Finally, les espèces ligneuses préconisées par les acteurs territoriaux se classent en trois catégories de paramètres : les espèces doivent être adaptées au contexte biophysique et avoir un bon potentiel de rentabilité (à court ou à long terme) (tableau 3.6). C'est ainsi que les acteurs ont nommé plusieurs espèces de résineux et quelques espèces feuillues, et ont aussi proposé l'intégration d'arbustes au sein des SAI pour l'attractivité et la rentabilité.

Tableau 3.6. Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser dans le contexte de la MRC de Charlevoix-Est selon les intervenants régionaux.

Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser	% des mentions (n = 46)	Importance qualitative (+, ++, +++)
Espèces adaptées aux conditions biophysiques et au savoir-faire régional	63 %	++
<i>Résineux (épinettes, mélèzes, pins gris)</i>	37 %	
<i>Feuillus (érable rouge, tilleul, saule, chêne, bouleaux jaunes, aulne glutineux)</i>	26 %	
Rentables <i>Petits fruits, noisettes, érable à sucre, peupliers hybrides</i>	37 %	+++
TOTAL	100 %	

Note : les espèces et les critères spécifiques mentionnés dans le tableau proviennent des acteurs rencontrés.

3.3.1.4. Conclusions préliminaires pour le contexte de déprise agricole

Les résultats obtenus dans la MRC de Charlevoix-Est montrent que :

- L'attractivité des paysages, liée de près à l'agriculture et au tourisme, est un enjeu économique central;
- Les SAI sont envisagés comme des systèmes améliorant la qualité esthétique du paysage de plusieurs manières (percées visuelles, écran, remise en culture de friches), et de façon moins importante comme des outils agroenvironnementaux;
- Les acteurs accordent une importance tant à la rentabilité des systèmes qu'à leur adaptation aux conditions de la MRC.

3.3.2. Enjeux et place des SAI dans les Maskoutains selon les acteurs locaux

3.3.2.1. Enjeux

Le tableau 3.7. présente les enjeux préoccupant les experts rencontrés dans la MRC des Maskoutains et leur importance relative dans leurs discours. La qualité de l'eau (21,5 %) est, sans surprise, l'enjeu environnemental le plus préoccupant pour les intervenants de la MRC des Maskoutains. Il est nommé d'emblée par l'ensemble des intervenants dès que la question du principal enjeu environnemental est évoquée. Cette perception est fortement liée à la piètre qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de ses affluents (MELCC 2020). La rentabilité des exploitations agricoles constitue un enjeu tout aussi majeur pour les intervenants. Bien qu'il n'arrive qu'en deuxième place en termes de fréquence (19,3 %), cet enjeu fut, dans la très grande majorité des entrevues, le premier à être abordé par les intervenants eux-mêmes, ce qui démontre bien son importance dans le contexte régional global. Cet enjeu se manifeste notamment par des inquiétudes liées à l'augmentation du prix des terres agricoles, à la spéculation foncière, aux pertes de superficies cultivables liées à l'implantation de mesures agroenvironnementales⁴⁵ et à l'établissement de plus en plus difficile de la relève qui rendent

⁴⁵ Une mesure agroenvironnementale se définit comme une action visant à protéger l'environnement en milieu agricole. Ces mesures se traduisent parfois par une diminution des superficies cultivées.

nécessaire le maintien d'une grande productivité, garante de la rentabilité des exploitations agricoles.

Tableau 3.7. Importance relative des enjeux de l'agroécosystème de la MRC des Maskoutains énoncés par les experts régionaux.

Enjeux	Fréquence d'apparition dans les entrevues (n=130)¹	Importance qualitative rapportée par les répondants (+,++,+++)
Qualité de l'eau Érosion des berges (dégradation milieu aquatique), pollution par les effluents d'élevage, présence de nitrates et de pesticides dans les eaux de surface.	23,1%	+++
Rentabilité des exploitations agricoles Besoin de rentabiliser la terre au maximum, spéculation et valeur des terres, difficulté pour la relève d'assumer les coûts d'établissement.	20,7%	+++
Attractivité du territoire Cohabitation difficile avec les habitants non-agriculteurs (bruits, partage de la route, etc.), projet de piste cyclable en milieu agricole, potentiel pour l'agrotourisme, esthétique des paysages.	19,0%	+++
Qualité des sols Faibles taux de matière organique, érosion des berges (perte de sol) et érosion éolienne.	16,4%	++
Biodiversité Connectivité des boisés, régénération des espèces forestières, présence accrue de cerfs de Virginie.	8,3%	+
Foresterie Perte de couvert forestier, possibilité forestière sous-exploitée, perception négative de l'aménagement et de la coupe d'arbres.	6,7%	+
Changements climatiques Pluviométrie erratique (affecte niveaux des nappes et des cours d'eau), priorisation nécessaire des usages de l'eau.	5,8%	+
Qualité de l'air Odeurs	5,4%	+

¹ Le *n* correspond au nombre total d'éléments se rapportant aux enjeux vécus dans la MRC nommés dans l'ensemble des entrevues, et non au nombre de répondants.

L'attractivité du territoire (16,9 %) est un enjeu qui divise dans la MRC. D'une part, les enquêtes révèlent que les initiatives visant la valorisation des paysages (diagnostic paysager,

piste cyclable) ne font pas l'unanimité auprès des intervenants rencontrés. D'autre part, la cohabitation reste difficile entre agriculteurs et non-agriculteurs en ce qui a trait aux impacts des activités agricoles (bruit, odeurs) et au partage de la route. Ainsi, les acteurs révèlent des visions divergentes sur l'intérêt de valoriser les paysages maskoutains et sur les moyens à mettre en œuvre pour rendre le territoire attractif. La qualité générale des sols est aussi mentionnée comme un enjeu (15,3 %), notamment en bordure des cours d'eau (érosion hydrique) et dans les terres noires et les cultures maraîchères (érosion éolienne), mais cet enjeu est beaucoup moins important que l'enjeu de l'eau. Les enjeux liés à la foresterie, à la biodiversité, aux changements climatiques et à la qualité de l'air sont considérés, pour leur part, comme des enjeux ayant une importance relative moindre pour les intervenants rencontrés.

3.3.2.2. Sites d'implantation privilégiés

En cohérence avec les enjeux précédemment cités, les sites d'implantation privilégiés par les intervenants sont ceux situés près des cours d'eau, près des routes passantes ou encore ceux qui présentent des sols sensibles à l'érosion, telles que les terres noires (tableau 3.8).

Tableau 3.8. Sites d'implantation privilégiés par les acteurs de la MRC des Maskoutains.

Sites d'implantation privilégiés	% des mentions (n=61)	Importance qualitative
Sites bordant un cours d'eau, en particulier les rivières Yamaska et Huron	18,0 %	+++
Sites visibles à partir de certaines routes (116, 235, 137, autoroute 20).	22,9 %	++
Sites sensibles à l'érosion, en zone maraîchère (terres noires)	19,0 %	++
Sites où le couvert forestier est faible et permettant la connexion d'îlots boisés	14,8 %	++
Petits producteurs, petites superficies	14,2 %	+
Autres	11,1 %	+
TOTAL	100 %	

Les sites présentant des problèmes d'érosion (19,0%) et étant situés près des cours d'eau (18,0%) ont été parmi les plus souvent cités et ceux dont l'importance fut la plus clairement exposée, ce qui témoigne des préoccupations des acteurs pour la santé des milieux hydriques et des sols et de l'intérêt qu'ils prêtent aux SAI pour agir sur ces enjeux. En regard du portrait écologique de la MRC précédemment évoqué, ces réponses ne sont pas surprenantes. Or, c'est l'implantation près des routes passantes (22,9 %) qui fut l'élément le plus fréquemment mentionné par les acteurs, alors que l'attractivité du territoire ne figurait pas parmi les raisons les plus souvent évoquées pour implanter des SAI (tableau 3.7). D'ailleurs, plusieurs intervenants ont mentionné que l'aspect esthétique ne devait pas avoir préséance sur la rentabilité des exploitations agricoles : « Ça fait un beau paysage, oui, mais c'est quoi le but de tout ça? Il faut être capable de payer nos taxes en bout de ligne avec ça » (P18). Les SAI ont donc une place dans les paysages s'ils permettent d'améliorer l'environnement agricole (sols et eau, et plus marginalement l'esthétique) sans nuire à la rentabilité des exploitations. L'intérêt d'implanter les systèmes près des routes révèle peut-être un désir partagé par les acteurs de montrer que des systèmes agricoles plus écologiques se déploient dans une MRC où les pratiques agricoles sont pointées du doigt comme des sources importantes de pollution et de problèmes de cohabitation (UPA – Maskoutains Nord-Est et Vallée maskoutaine 2021). Le désir de faire des SAI des systèmes qui se prêtent à la vue peut aussi signifier que les acteurs les envisagent comme des sites de démonstration facilement repérables et accessibles (du moins visuellement).

Malgré l'intérêt écologique des SAI pour les acteurs, il est surprenant de constater que ceux-ci voient les SAI prioritairement implantés sur des terres noires (qui ne forment qu'une minorité des sols de la MRC) ou sur des sites de petites superficies, ce qui ne concerne qu'une petite fraction du territoire. Il semble donc que les SAI soient perçus comme des systèmes qui conviennent mieux aux petites exploitations maraîchères qu'aux grandes exploitations céréalières, ce qui contraste avec les efforts et le discours des experts agroforestiers qui tente plutôt d'inciter l'implantation des SAI en systèmes de grandes cultures. Principalement exprimée par les acteurs du monde agricole, la préférence pour des sites de petite dimension n'était néanmoins pas nécessairement partagée par les acteurs du monde forestier, qui eux

ont majoritairement nommé les sites permettant de reconnecter des îlots boisés comme sites d'intérêt, peu importe le type de cultures ou la superficie des parcelles. Certains ajoutent enfin, comme l'un des intervenants le disait bien, qu'« il n'y a pas de mauvaise place pour planter un arbre, il faut seulement trouver le bon arbre » (P22). D'autres encore associaient davantage le choix du site à la volonté du propriétaire d'y implanter des SAI qu'aux conditions biophysiques ou écologiques :

Peut-être est-ce plus difficile de trouver la meilleure personne, le producteur le plus motivé, que de trouver le meilleur site. Les producteurs motivés, qui ont une influence sur un réseau d'autres agriculteurs, sont peut-être de très bons vecteurs de changement s'ils sont convaincus (P14).

La volonté de miser sur des agriculteurs influents et motivés traduit l'importance accordée par les acteurs aux objectifs et visions des producteurs agricoles. L'ensemble de ces résultats témoigne globalement de divergences de points de vue entre les acteurs de première ligne quant à la place des SAI dans les paysages des Maskoutains, tout en faisant ressortir l'importance de la rentabilité économique des entreprises agricoles pour une majorité d'entre eux.

3.3.2.3. Caractéristiques des espèces ligneuses

Les éléments relevés dans les discours des intervenants ont mené à l'établissement de quatre catégories de caractéristiques recherchées chez les espèces ligneuses à implanter en SAI (tableau 3.9). Les arbres dont la production peut être commercialisée relativement rapidement (arbres et arbustes fruitiers, notamment) figurent en tête de liste des espèces envisagées par les intervenants, notamment ceux du milieu agricole. Les arbres présentant des caractéristiques limitant la compétition avec les cultures agricoles arrivent au deuxième rang. Ces préférences entrent tout à fait en cohérence avec l'enjeu de rentabilité des systèmes agricoles précédemment évoqué. De façon plus marginale, les espèces ayant un intérêt économique à long terme ou démontrant un intérêt pour la protection des rives ont aussi été nommées. Les intervenants ont aussi insisté sur le fait que les espèces ligneuses devaient être diversifiées au sein de ces systèmes afin d'accroître leur intérêt. Les caractéristiques

nommées viennent donc appuyer l'idée selon laquelle la rentabilité des SAI est essentielle pour accroître leur intérêt auprès des acteurs de première ligne de la MRC.

Tableau 3.9. Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser dans le contexte de la MRC des Maskoutains selon les intervenants régionaux.

Caractéristiques des espèces ligneuses à prioriser	% des mentions (n=36)	Importance qualitative
Production à valeur économique à court terme <i>Arbres et arbustes fruitiers, saule (biomasse)</i>	47,2 %	+++
Arbres limitant la compétition avec les cultures <i>Port étroit, racines n'envahissant pas les drains, relations symbiotiques avec les plantes</i>	25,0 %	++
Production à valeur économique à long terme <i>Érables, arbres à noix, peupliers hybrides</i>	16,7 %	+
Espèces permettant la protection des cours d'eau <i>Chêne bicolore, arbustes indigènes</i>	11,1 %	+
TOTAL	100 %	

Note : Les espèces et les critères spécifiques mentionnés dans le tableau proviennent des acteurs rencontrés.

3.3.2.4. Conclusions préliminaires pour le contexte d'intensification agricole

Les résultats issus des entrevues semi-dirigées réalisées auprès des intervenants de la MRC des Maskoutains révèlent que :

- Les enjeux répertoriés dans la littérature et la documentation sont similaires, tant dans leur nature que leur intensité, à ceux nommés par les acteurs de terrain, si ce n'est que l'enjeu de la rentabilité des exploitations est très préoccupant pour les acteurs;
- L'intégration des SAI est avant tout envisagée pour répondre à des enjeux écologiques (eau et sol) et dans une moindre mesure pour l'attractivité des paysages;
- Certains acteurs agricoles voient mal les SAI dans les champs de grandes cultures et les considèrent davantage comme des systèmes pouvant mieux servir en zones maraîchères;

- Les systèmes devraient inclure une diversité d'espèces et s'avérer compatibles avec la notion de *rentabilité à court terme* (produits des arbres rapidement commercialisables, peu de compétition avec les cultures).

Les enquêtes préliminaires, qui se sont déroulées avant et après la tenue des enquêtes *SOWT-AHP*, ont ainsi confirmé la pertinence de poursuivre la recherche et de creuser certains aspects des SAI et des contextes de manière plus approfondie. De plus, en regard des différences notées dans les MRC quant aux enjeux présents, aux sites d'implantation préconisés et aux caractéristiques des espèces à choisir, il est demeuré utile de poursuivre notre analyse en gardant le focus sur les deux contextes d'intensification et de déprise agricole. C'est donc ce qui est proposé dans les prochains chapitres.

Chapitre 4 – Integrating agroforestry intercropping systems in contrasted agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders’ perceptions

Geneviève Laroche
Département de phytologie, Université Laval, Canada
genevieve.laroche.3@ulaval.ca
Tel.: +1 418 656 2131 ext 8746
Fax: +1 418 656-7856

Gérald Domon
École d’urbanisme et d’architecture du paysage, Université de Montréal, Canada

Nancy Gélinas
Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Canada,

Maurice Doyon
Département d’économie agroalimentaire et des sciences de la consommation, Université Laval, Canada

Alain Olivier
Département de phytologie, Université Laval, Canada

Résumé

Notre étude a utilisé l'approche des forces, faiblesses, opportunités et menaces en combinaison avec un processus analytique hiérarchique (*SWOT-AHP*) pour investiguer les perceptions des intervenants (agriculteurs, conseillers agricoles et forestiers, aménagistes et élus) agissant dans des contextes d'intensification et de déprise agricole quant à la pertinence d'intégrer ou non certains types de systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) dans ces paysages. Les résultats montrent que les facteurs sociaux ont plus d'influence que les facteurs biophysiques sur l'analyse du potentiel d'intégration des SAI dans les paysages et ce, dans les deux territoires sous enquête. Les SAI aménagés dans une optique d'abord agricole ou d'esthétique du paysage sont perçus comme plus adaptés aux contextes d'intensification et de déprise agricole que le design orienté vers la production de bois. L'étude met ainsi en lumière des enjeux cruciaux pour le déploiement des SAI et le développement de designs pertinents à travers des processus décisionnels collectifs.

Mots-clés: Paysages agricoles, systèmes agroforestiers intercalaires, aménagement du territoire, perceptions, acteurs, *SWOT-AHP*.

Abstract

Agroforestry intercropping systems have been developed as an alternative to conventional monocropping systems to address environmental, social and economic issues in a wide array of agricultural contexts. As research on the biological properties of these systems tends to demonstrate their potential, fostering their integration in agricultural landscapes requires an in-depth understanding of local stakeholders' perceptions. Our study used the strengths, weaknesses, opportunities and threats approach in combination with the analytical hierarchy process (SWOT-AHP) to investigate the factors influencing local stakeholders' decision to integrate agroforestry intercropping systems in two Regional County Municipalities and their perception of the relative suitability of three agroforestry intercropping system designs (crop-oriented, tree-oriented and landscape aesthetic-oriented). We conducted focus groups with farmers, farm and forestry advisors, urban planners and local authorities in a very intensive and a very extensive agricultural landscape in Quebec (Canada) and compared the results between stakeholders within and across the areas. Our results show that social factors seem to have more impact than biophysical factors on the decision to integrate agroforestry intercropping systems in intensive and extensive agricultural landscapes. The relative value given to the decision factors varies greatly across stakeholders' categories and areas. Agroforestry intercropping systems designed to meet crop production needs or landscape aesthetic purposes are perceived as more suitable in both agricultural contexts than the tree-oriented design. Our results highlight crucial issues for agroforestry intercropping system deployment and the development of relevant agroforestry system designs through collective decision-making processes.

Keywords: Agricultural landscapes, Agroforestry intercropping systems, Landscape planning, Perceptions, Stakeholders, SWOT-AHP

4.1. Introduction

Agroforestry intercropping systems combining trees and crops have been introduced as alternatives to conventional production systems in various agricultural landscapes (Rivest et al. 2009). In landscapes featuring agricultural intensification and forest cover decline, intercropping trees and crops may provide numerous ecological goods and services such as habitat connectivity (Klein et al. 2014), soil and water quality (Lacombe et al. 2009), biodiversity (Torralba et al. 2016), forest regeneration (Boothroyd-Roberts et al. 2013), enhanced resilience to climate-change (Doblas-Miranda et al. 2014; Rivest et al. 2013) and landscape aesthetics (Smith et al. 2011). In areas where uncultivated lands expand, combining trees and crops may reduce agricultural land abandonment by diversifying farm activities (Lawrence et al. 1992).

Social perceptions are among the most important drivers of land use change that may lead to intercropping system integration in landscapes (Bürge et al. 2004; Ruiz and Domon 2009; Valdivia and Poulos 2009; Workman et al. 2003). As the use of community-based land-use planning methods increases in rural communities, there is a need to understand how various rural stakeholders perceive the integration of agroforestry intercropping systems within contrasted agricultural landscapes in order to better target and plan extension activities and forecast the opportunities and obstacles inherent to their integration (Fagerholm et al. 2016). As farmers' and landowners' motivations, attitudes and behaviors towards agroforestry systems have been widely investigated in temperate countries in recent years (see for example Mattia et al. 2016; Matthews et al. 1993; Rois-Diaz et al. 2017; Sereke et al. 2016; Valdivia and Poulos 2009), the perceptions of rural stakeholders on agroforestry practices and agroforestry intercropping systems remain poorly documented. In the United States, extension professionals' perceptions on the benefits of agroforestry and the obstacles to its adoption have been compared to landowners' perceptions by Workman et al. (2003) and Shrestha et al. (2004). Policy makers, researchers and various experts have also been involved in a few recent studies on agroforestry perceptions in Europe (Camilli et al. 2017; Escribano et al. 2016; Grandgirard et al. 2016). All these studies reveal that perceptions may vary greatly among stakeholders, especially on the role attributed to agroforestry systems.

In Quebec (Canada), agroforestry intercropping systems remain marginal, covering only 150 ha of the 2 M ha dedicated to agriculture. The intercropping systems implemented in the province vary from narrow tree plantations converted to agroforestry plots to systems featuring widely spaced tree rows to maximize crop production. Other systems were implemented to enhance landscape visual aesthetics by combining various tree species and crops. All these systems have been presented to farmers and forest owners as alternatives to conventional production systems in a wide array of agricultural landscapes, from the most intensive ones featuring specialized and large-size farms and a few remaining forest cover to landscapes where small farms and land abandonment in a forested environment are mostly encountered. In order to get a better understanding of the integration potential of these agroforestry intercropping systems within such contrasted contexts, we conducted a study aiming at: 1) identify local stakeholders' perceptions of the driving forces influencing intercropping systems implementation in areas of agricultural intensification and agricultural decline, 2) assess the relative suitability of three agroforestry intercropping system alternatives according to these driving forces, and 3) compare the answers across areas and stakeholders.

4.2. Methodology

4.2.1. Study areas

The study was conducted in two Regional County Municipalities of Quebec (Canada) with contrasted rural landscapes: Les Maskoutains (intensive agricultural landscape) and Charlevoix-Est (land abandonment landscape) (Fig. 4.1). Les Maskoutains is located in the southern part of Quebec, in the St. Lawrence lowlands. The area benefits from fertile soils and is mostly dedicated to agriculture, as 96 % of the area is cultivated.

The mean annual temperature varies between 5.0-7.0°C, and the annual rainfall between 850-1050 mm (Saucier et al. 2009). In 2011, Les Maskoutains counted 1060 farms specialized in cash crop, hog and pig, and dairy cattle and milk production (CANSIM 2011).

The Regional County Municipality of Charlevoix-Est is located north of the St. Lawrence River in the Laurentian region of the Canadian Shield. The soils of this area are shallow and

rocky. The mean annual temperature varies between 2.5 and 4.5°C and the mean annual rainfall is approximately 800-1100 mm (Saucier et al. 2009). In 2011, 31 % of this territory was cultivated, 63 % was covered by forests, and 4 % was abandoned land. The 71 farms counted in Charlevoix-Est are specialized in cattle farming, hog and pig farming, and dairy cattle and milk production (CANSIM 2011).

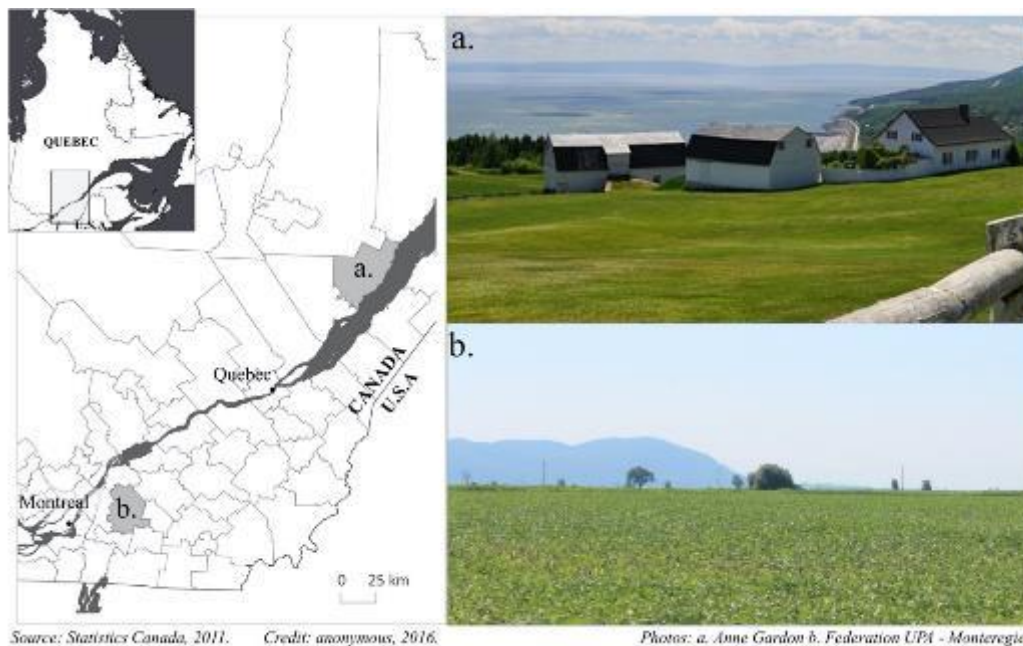


Figure 4.1. The areas under study: the Regional County Municipalities of Charlevoix-Est (a) and Les Maskoutains (b).

4.2.2. SWOT-AHP procedure

The SWOT-AHP approach combines the systematic diagnosis of internal (strengths, weaknesses) and external (opportunities, threats) factors influencing strategic decision-making with a quantitative measure of importance of each factor (Saaty 2010; Saaty and Vargas 2001). Following the procedure, we first built a four-level hierarchy of the decision making process, as illustrated in Fig. 4.2.

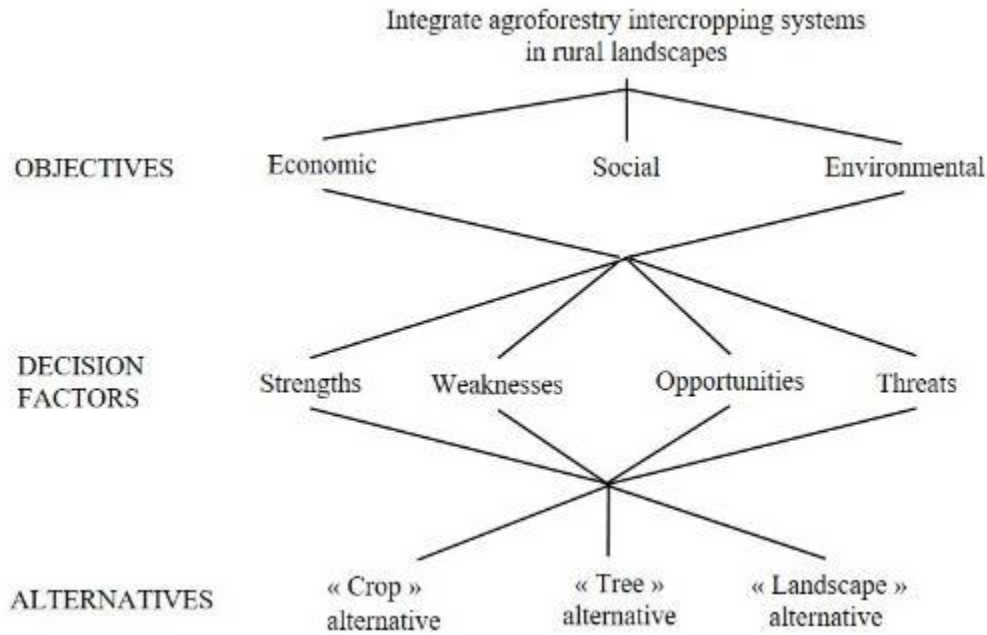


Figure 4.2. Hierarchy of the decision-making process.

The first level represents the global goal: integrate agroforestry intercropping systems in rural landscapes (Fig. 4.2). As agroforestry systems are a mean to achieve sustainable development, the objectives of their integration in the landscape are threefold: economic, social and environmental sustainability. On the third level come the decision factors: strengths, weaknesses, opportunities, and threats. On the last level stand three agroforestry intercropping system alternatives: the “crop”, the “tree” and the “landscape”-oriented alternatives (Table 4.1). The “crop” alternative focuses on crop yield maximization. The “tree” alternative is featured to maximize tree production. The “landscape” alternative is dedicated to optimize the visual impacts of the agroforestry intercropping system. These alternatives were developed by the research team following semi-directed interviews conducted with agroforestry specialists.

In a second step, farmers, forestry advisors, farm advisors, urban planners and local authorities were recruited to participate in the study through email and telephone following

the snowball sampling method, with the public urban planner in each area as a starting point. As SWOT-AHP analysis was especially designed to draw accurate data from a small sample of experts (Saaty and Vargas 2001), a total of 10 stakeholders were recruited in Les Maskoutains, and 9 in Charlevoix-Est.

Table 4.1. The agroforestry intercropping system alternatives.

	« Crop » alternative	« Tree » alternative	« Landscape » alternative
Main objective	Crop yield	Tree production	Landscape aesthetics
Crops	Cereals Forage	Pasture Forage	Cereals Pasture Forage
Crop management intensity	High	Low	Medium
Tree row spacing	Wide (25-40m)	Narrow (15-20m)	Wide (25-40m)
Trees	Deciduous	Deciduous Conifers	Deciduous
Tree products	Timber (main) Nuts (marginal)	Pulp (main) Paper (main) Timber (marginal)	Nuts (main) Fruits (main) Timber (marginal)
Establishment sites	Cultivated plots or Abandoned plots	Tree plantations or Abandoned plots	Create sight lines Hide disturbing features

In April 2014, two pre-tests were held with the help of university students and professors to validate the SWOT-AHP procedure. In February 2015, a focus group gathering local stakeholders was held in each Regional County Municipality. The focus group is a rapid and cost-effective method to bring stakeholders to a consensus or a near-consensus on a specific issue (Morgan and Krueger 1998). It has been used in many studies using the SWOT-AHP procedure to identify the SWOT factors influencing strategic decision making (Kurttila et al. 2000, Shrestha et al. 2004). A short video on agroforestry intercropping systems was first presented to participants to ensure all of them would share common knowledge. Separated in small groups following their field of expertise (farmers, foresters, farm advisors, forest advisors, urban planners and local authorities), stakeholders identified the most important

strengths, weaknesses, opportunities and threats influencing agroforestry intercropping system's integration in the rural landscape of their specific area. Answers given by each subgroup were shared with all participants and written on a board. An impartial moderator supervised the following plenary discussions that led to a global consensus on the three most important factors within each category. The moderator made sure that all participants could express their opinions and that all comments were taken into account. At this stage, the three most important factors were not hierarchized or given any numerical value. Reducing the number of SWOT factors in each category to three was necessary to keep the number of pair-wise comparisons to a feasible level given the limited time allowed to get through the whole procedure (Saaty 2010).

The next steps were conducted using individually filled and confidential questionnaires. Stakeholders were asked to hierarchize, within each category, the three decision factors by making pair-wise comparisons for all possible pairs of factors within a category by: 1) choosing which of the two factors is the most important relatively to its category (which represents the higher-up element in the hierarchy), and 2) how much. A scale rated from 1 (the two factors are equally important) to 9 (this factor is 9 times more important than the other) was used to make the comparisons, as illustrated in Fig. 4.3 (Saaty 2010).

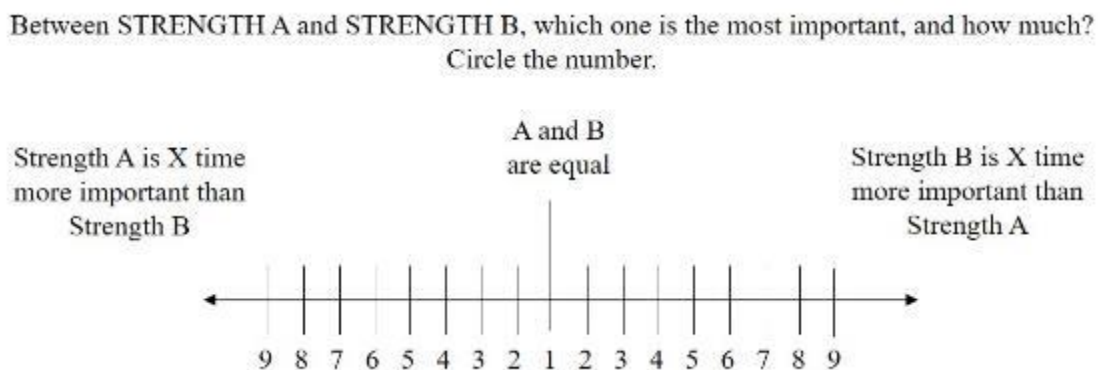


Figure 4.3. An example of a pair-wise comparison question.

The relative weight of each decision factor within each SWOT category was then computed using the eigenvalue method (Saaty 2010). This method requires the construction of a reciprocal matrix and the computation of the eigenvalue and the relative priority of each factor. The following explanations are derived from Saaty (2010).

The pair-wise comparisons are used to construct a reciprocal matrix of weights. Be w_n an assigned weight to an item and n the number of items compared through pair-wise comparisons, the reciprocal matrix A is constructed by assigning to any a_{ij} element the corresponding relative weight and putting on the opposite side of the main diagonal the reciprocal relative weight $a_{ji} = 1/a_{ij}$ as in Eq (1).

$$(1) \quad A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

In the matrix, when $i = j$, then $a_{ij} = 1$. When matrix A is multiplied by the transpose of the vector of weights w , we get the resulting vector in nw ,

$$(2) \quad Aw = nw \quad \text{where}$$

$w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ and n is the number of rows or columns. Eq. (2) can be rewritten as: (3)

$$(A - nI)w = 0$$

where n is also the largest eigenvalue, λ_{\max} , or trace of matrix A and I , is the identity matrix of size n . Saaty (2010) demonstrated that $\lambda_{\max} = n$ is a necessary and sufficient condition for consistency. However, when the pair-wise comparisons are based on human judgement, inconsistency may occur, leading λ_{\max} to deviate from n . Therefore, the matrix A has to be tested for consistency using the equations:

$$(4) \quad CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

$$(5) CR = CI / RI$$

where CI is the consistency index, RI is the random index (RI) generated for a random matrix of order n , and CR is the consistency ratio (Saaty 2010). A high CR means high inconsistency within the matrix of pairwise comparisons. The general rule is that $CR \leq 0.1$ should be maintained for the matrix to be consistent.

Once the three factors under every SWOT category were weighed, the categories were compared by each participant upon their relative impact on the objectives (economic, social and environmental) described on the second level of the hierarchy using a five intensity rating scale developed by Saaty and Vargas (2001) (very high = 0.42, high = 0.26, medium = 0.16, low = 0.11, and very low = 0.05). Then, the overall priority of each SWOT category was computed and used to normalize the relative priority of each factor within each SWOT category.

Finally, each stakeholder compared relative suitability of the crop, the tree and the landscape alternative to maximise each strength and opportunity and overcome each weakness and threat by making pair-wise comparisons, constructing reciprocal matrices with individual answers and giving a relative priority to each alternative. The geometric mean was used to aggregate the results (Aczel and Saaty 1983). The computer software Excel 2013 was used to analyze data generated from pair-wise comparisons and ratings. A socio-attitudinal questionnaire was filled by participants to get an overview of their background and main socio-economic characteristics.

4.3. Results

4.3.1. Stakeholders' profile

A total of 19 participants were recruited in both Regional County Municipalities (Table 4.2). In Les Maskoutains, from the 10 participants involved, 30.0 % are women and 70.0 % are men, all aged between 23 and 59 years old (mean age 40.5 years old). Most participants (70.0 %) hold a university degree. Almost all stakeholders (90.0 %) have family working

whether in agriculture or forestry. The same proportion had already heard about agroforestry intercropping systems before, mostly through scientific communications or personal relations. The farmers involved in the study are a conventional grain grower and an organic vegetable grower. Both are members of a farmer union, and the conventional grain grower is also a member of a river basin conservation group. The farm advisors come from private (1) and public organizations (2), while forest advisors and urban planners all come from public organizations. Nine participants (90.0 %) claimed to live in a rural area with cultivated fields as the main landscape feature surrounding their home.

Table 4.2. Stakeholders' profile in Les Maskoutains and Charlevoix-Est.

		Les Maskoutains	Charlevoix-Est
		n = 10	n = 9
		%	%
Category	Farmers	20.0	11.1
	Farm Advisors	30.0	22.2
	Forest Advisors	20.0	22.2
	Urban Planners	20.0	22.2
	Local Authorities	10.0	22.2
Gender	Women	30.0	33.3
	Men	70.0	66.7
Mean age (years)		40.5	52.0
Education	High school	10.0	11.1
	College	10.0	22.2
	University	80.0	66.7
Location	Rural	90.0	33.3
	Urban	10.0	66.7
Main landscape feature surrounding their home	Cultivated fields	80.0	11.1
	Abandoned fields	0.0	11.1
	Habitations	10.0	33.3
	Forest	10.0	44.4
Family in agriculture/forestry	Yes	90.0	55.6
	No	10.0	44.4
Membership in a conservation group	Yes	30.0	33.3
	No	70.0	66.7
Previous knowledge on intercropping	Yes	80.0	77.8
	No	20.0	22.2

The focus group held in Charlevoix-Est gathered 9 participants (6 men and 3 women). Their age varies between 30 and 69 years old, with an average of 52 years old. Six participants hold

a university degree. Two-third of the participants claimed to live in an urban area. The main landscape feature surrounding their home is forest (44.4 %), followed by housing (33.3 %), and abandoned farmland (11.1 %) or cultivated fields (11.1 %). Five participants (55.6 %) have relatives working in agriculture or forestry, and seven (77.8 %) already had had information on agroforestry intercropping systems from various sources before the focus group took place. The farmer involved in the focus group is a vegetable grower, while the farm advisors, the urban planners and the forest advisors all work for public institutions.

4.3.2. Stakeholders' perceptions in Les Maskoutains (intensive agricultural landscape)

Table 4.3 shows the strengths, weaknesses, opportunities and threats identified by consensus in Les Maskoutains, and the relative weight of each decision factor according to all stakeholders and for each stakeholder category. The three most important decision factors for all stakeholders are the *incompatibility of agricultural support programs with agroforestry intercropping systems* (0.140), the *facilitating biophysical conditions of their area* (0.116) and the presence of *intensive agricultural systems and habits* (0.103). The *intensive agricultural systems and habits* were also identified by the farmers (0.164), the farm advisors (0.124) and the local authorities (0.210) as one of the three most important factors.

Table 4.3. SWOT factors and their relative priority for stakeholders in Les Maskoutains

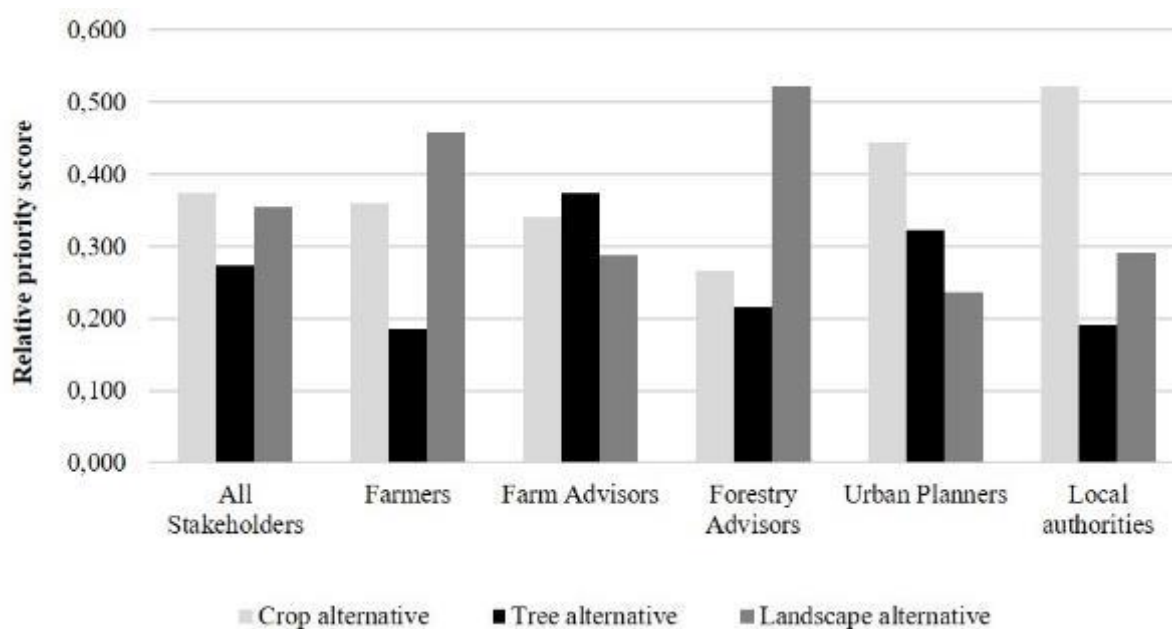
	All	Farmers	Farm Advisors	Forestry advisors	Urban planners	Local Authorities
SWOT Factors	n=10	n=2	n=3	n=2	n=2	n=1
Strengths	0.243^a	0.271	0.209	0.213	0.291	0.254
Biophysical conditions conducive to agroforestry intercropping systems	<u>0.116</u>	0.062	<u>0.137</u>	0.108	<u>0.143</u>	0.062
Human and organizational resources availability	0.058	0.102	0.037	0.034	0.099	0.023
Local interest in landscape aesthetics and provision of ecological services	0.070	<u>0.107</u>	0.035	0.071	0.049	<u>0.169</u>
Weaknesses	0.221	0.205	0.256	0.223	0.153	0.281
Intensive agricultural systems and habits	<u>0.113</u>	<u>0.164</u>	<u>0.124</u>	0.024	0.063	<u>0.210</u>
Negative perceptions on the role of trees on farm	0.048	0.019	0.097	0.047	0.011	0.054
Lack of knowledge on agroforestry intercropping systems	0.061	0.023	0.036	<u>0.151</u>	0.079	0.016
Opportunities	0.291	0.328	0.244	0.333	0.278	0.298
Research network and expertise	0.111	0.105	0.120	0.053	0.079	<u>0.232</u>
Social acceptability of conservation practices	0.088	<u>0.169</u>	0.064	<u>0.115</u>	0.048	0.033
Pilot trials generating trustable results	0.093	0.055	0.060	0.165	<u>0.151</u>	0.033
Threats	0.245	0.196	0.291	0.231	0.278	0.167
Incompatibility of short-term agricultural support with long-term systems	<u>0.140</u>	0.100	<u>0.153</u>	<u>0.149</u>	0.102	0.115
Lobby pressure towards high productivity	0.073	0.082	0.119	0.018	<u>0.118</u>	0.031
Lack of knowledge on economic viability of agroforestry intercropping systems	0.032	0.014	0.019	0.064	0.057	0.020

Note. Numbers in bold are scale parameters (values) of each SWOT group and numbers underlined are the highest three factors under respondent categories. The max consistency ratio calculated was 0.26.

a The scale parameters were calculated using the relative importance given to each SWOT category by participants using the five-intensity scale.

Source: Authors' compilation.

The ranking of the three agroforestry intercropping system alternatives is shown in Fig. 4.4. The global results for all stakeholders show that the crop alternative (0.373) is slightly preferred to the landscape alternative (0.353), while the tree alternative (0.274) is considered as less suitable compared to the others. Once again, strong differences appear among stakeholders involved in the focus group. While farmers (0.457) and forestry advisors (0.520) rated the landscape alternative as the best suited for their area compared to the other alternatives, urban planners (0.443) and the local authority (0.520) chose the crop alternative. The farm advisors were the only group to rate the tree alternative (0.373) as superior to the other alternatives.



Source: Authors' compilation.

Figure 4.4. Agroforestry intercropping systems alternatives relative priority for stakeholders in Les Maskoutains.

Thus, stakeholders who participated in the focus group in Les Maskoutains agree that the best alternative should not focus on tree or timber production but are divided on the most suited agroforestry intercropping system for their area.

4.3.3. Stakeholders' perceptions in Charlevoix-Est (agricultural decline landscape)

The SWOT factors identified by stakeholders in Charlevoix-Est and their relative weight are presented in Table 4.4. The three main decision factors are the *need to diversify agricultural income* (0.148), the *low timber prices* (0.137), and the *availability of public subsidy programs* (0.121). Once again, differences appear among stakeholders involved in the focus group on their evaluation of the factors' relative importance. The farmer gives a relatively high importance to local weaknesses (0.330), especially to the *biophysical constraints* and the *lack of knowledge on agroforestry systems*, whereas others base their evaluation on other factors.

Table 4.4. SWOT factors and their relative priority for stakeholders in Charlevoix-Est.

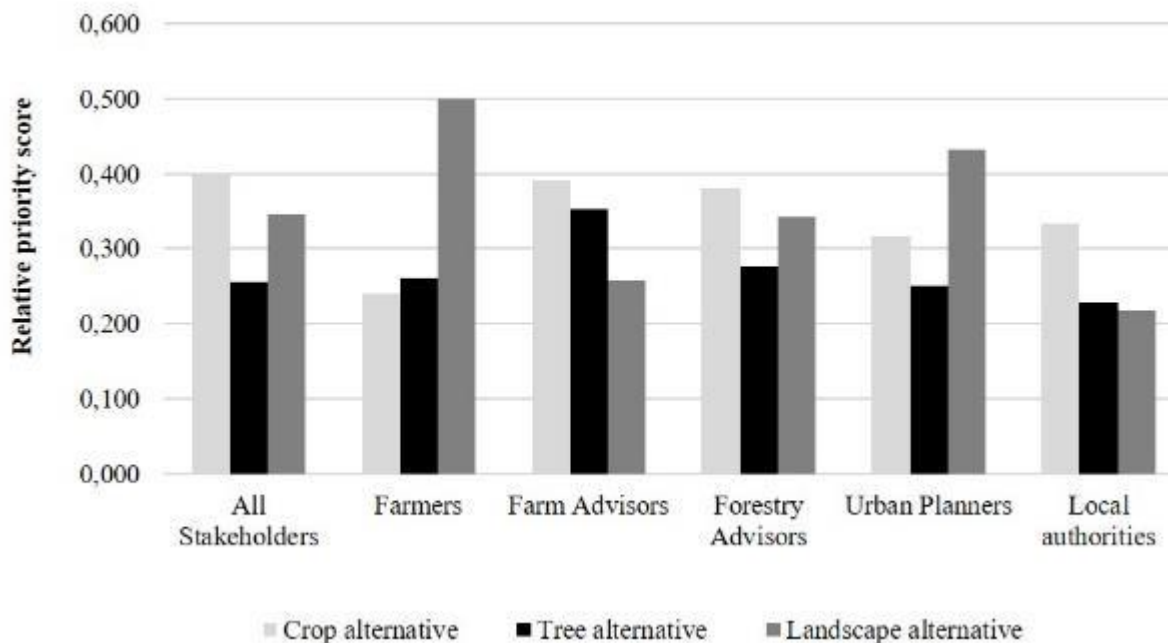
	All	Farmer	Farm Advisors	Forestry advisors	Urban planners	Local Authorities
SWOT Factors	n=9	n=1	n=2	n=2	n=2	n=2
Strengths	0.240^a	0.178	0.224	0.268	0.210	0.291
Pressing need to diversify agricultural income	<u>0.148</u>	0.070	<u>0.167</u>	<u>0.105</u>	<u>0.155</u>	0.104
Availability of abandoned agricultural land	0.059	0.074	0.041	<u>0.111</u>	0.027	<u>0.154</u>
Local desire to diversify landscapes	0.033	0.034	0.016	0.051	0.028	0.033
Weaknesses	0.232	0.330	0.259	0.240	0.228	0.153
Major biophysical constraints to agriculture and deciduous tree production	0.102	<u>0.119</u>	0.084	0.086	0.139	<u>0.108</u>
Lack of workforce, youth not interested in agriculture	0.065	0.091	0.130	0.066	0.045	0.018
Lack of knowledge on agroforestry intercropping systems	0.065	<u>0.120</u>	0.045	0.087	0.044	0.027
Opportunities	0.277	0.288	0.251	0.310	0.263	0.278
Availability of subsidy programs	<u>0.121</u>	0.095	<u>0.136</u>	0.103	0.070	0.088
Proximity of major research centres	0.067	<u>0.156</u>	0.034	<u>0.168</u>	0.047	0.093
Notoriety of Charlevoix-Est's agricultural products	0.089	0.037	0.081	0.040	<u>0.146</u>	0.097
Threats	0.251	0.204	0.267	0.183	0.300	0.278
Persistence of low timber prices	<u>0.137</u>	0.107	<u>0.132</u>	0.096	<u>0.158</u>	<u>0.149</u>
Heaviness of bureaucracy	0.054	0.062	0.066	0.055	0.037	0.051
Competition from other regions	0.059	0.035	0.069	0.032	0.105	0.078

Note. Numbers in bold are scale parameters (values) of each SWOT group and numbers underlined are the highest three factors under respondent categories. The max consistency ratio calculated was 0.39.

^a The scale parameters were calculated using the relative importance given to each SWOT category by participants using the five-intensity scale.

Source: Authors' compilation.

The overall rating of the agroforestry alternatives shows that participants believe that the crop scenario would be the more appropriate in Charlevoix-Est (Fig. 4.5).



Source: Authors' compilation.

Figure 4.5. Relative priority of agroforestry intercropping systems alternatives for each stakeholder category and for all stakeholders in Charlevoix-Est.

The farmer and urban planners rated the landscape alternative as the best suited for their area, while farm advisors, forest advisors and local authorities chose the crop alternative. The tree alternative comes in second place for farm advisors, the farmer and local authorities, and appears as the least interesting in the regional context for forestry advisors and urban planners. Farm advisors and local authorities rated the landscape alternative as the least interesting for their regional county municipality.

4.4. Discussion

4.4.1. Drivers of landscape integration

Biophysical conditions have been mentioned in both areas as key factors to consider when exploring the potential of integrating agroforestry intercropping systems in their landscape. However, in both contexts, the number of human factors (22 out of 24) largely outclasses the number and the relative importance of natural factors. These findings are coherent with the literature on landscape trajectories, which emphasizes the importance and influence of natural conditions and human activities and perceptions on landscape changes in various contexts (Bürigi et al. 2004; Ruiz and Domon 2009). The results suggest however that human factors may potentially have a greater influence on the integration of agroforestry intercropping systems in landscapes than biophysical factors, which contrasts with the balance between these elements brought forward by recent conceptual models in landscape evolution disciplines (Bastian 2004; Naveh 2000; Ruiz and Domon 2009).

The lack of knowledge on agroforestry intercropping systems and the proximity of research centres and competent human resources have been identified as key decision factors in both landscapes. As agroforestry intercropping systems are new in Quebec's agricultural landscape, these results are not surprising and demonstrate the importance of research and extension activities in the decision process. These findings are also consistent with previous studies conducted in temperate zones (Lawrence et al. 1992; Shrestha et al. 2004; Rois-Diaz et al. 2017; Sereke et al. 2016; Tartera et al. 2012; Workman et al. 2003).

Agricultural and rural policies have been raised as key decision factors in both areas. In the intensive agricultural landscape (Les Maskoutains), stakeholders pointed the *incompatibility of short-termed agricultural support programs with agroforestry intercropping systems* not only as the most decisive threat, but also as the most important decision factor overall. In Quebec, farmers growing conventional crops (corn, wheat, soybean, etc.) benefit from multiple public programs and policies aiming at leveraging farmers' income over time and limiting the financial impacts of natural disasters over a production cycle. However, trees are excluded from these programs. This "policy failure" towards agroforestry has been reported

in numerous studies and analyses in the United States (Godsey et al. 2009; Valdivia and Poulos 2009), Europe (Pisanelli et al. 2014) and Quebec (De Baets et al. 2007; Laroche and Olivier 2015; Tartera et al. 2012).

Despite the global constraining policy context, stakeholders in the declining agricultural landscape identified the *availability of subsidy programs* as an opportunity to drive agroforestry intercropping system implementation in their area. Until recently, a few small-scale programs were available for the implementation of multifunctional production systems in their area (Laroche and Olivier 2015). In light of these perceptions, it seems that the availability of small-scale programs would be sufficient to overcome the negative impacts of the global policy context in their specific area. Nevertheless, as Pisanelli et al. (2014) and Valdivia and Poulos (2009) noted, the availability of subsidy programs does not always directly foster agroforestry development, as many other barriers to adoption may remain.

Notwithstanding these similitudes, stakeholders have diverging perceptions of agroforestry intercropping systems. In the land abandonment landscape of Charlevoix-Est, stakeholders mostly base their analysis on economic factors, as two factors out of the 3 most important directly relate to economic issues (*need to diversify agricultural income* and *persistence of low timber prices*). The importance of economic factors for Charlevoix-Est's stakeholders may be understood in the light of the local economic context. The sawmills and plants closure caused by the timber price drop and the slow-down of the touristic sector led to a high unemployment rate, reaching 10,3 % in 2014 (ISQ 2014). The prominence of economic factors does not only highlight the need for an economic boost in Charlevoix-Est: it also indicates that from Charlevoix-Est stakeholders' standpoint, the integration of agroforestry intercropping systems depends on their capacity to be economically profitable.

In the intensive agricultural landscape of Les Maskoutains, stakeholders seem to adopt a slightly different perspective. Although some factors directly refer to economic issues (*lobby pressure towards high productivity* and *lack of knowledge on economic viability*), some

others, such as *local interest in provision of ecological goods and services* and *social acceptability of conservation practices*, clearly suggest that agroforestry intercropping systems are mostly perceived as conservation practices and not as profitable systems. This assertion is particularly true from the farmers' standpoint, as they have rated the factors related to environmental issues among the three most important. The "conservation" perspective may be a consequence of the commonly assumed association between conservation and agroforestry among farmers and farm advisors, of the fact that most of the participants (70 %) are part of a conservation group, or of the extension programs that have promoted the use of conservation practices in the area. Integrating agroforestry intercropping systems would stand as a response to the social demand for more sustainable and diversified farming systems. The social pressure for the adoption of more ecological farming systems has proven to be a driver of change in similar intensive areas in the United States (Sassenrath et al. 2010; Valdivia and Poulos 2009) and Canada (Matthews et al. 1993). The *negative perception of the role of trees on farm* and the related *intensive agricultural habits* cited as local weaknesses support the assertion that trees are perceived as non-productive elements in this area. On the contrary, in Charlevoix-Est, trees seem to be considered as productive elements of the systems. The *low timber prices*, named as a major threat to their integration in the landscape, seems to prove it, as it clearly refers to tree profitability.

4.4.2. Evaluation of agroforestry alternatives across landscapes

In both landscapes, the crop alternative is considered as a slightly better intercropping alternative than the landscape alternative. Globally, this alternative appears as the nearest to intensive agricultural systems in terms of management and production paradigm. It seems also the most suitable according to the social, political and cultural context within these agricultural landscapes, as it encourages and supports intensive farming practices. In the declining agricultural landscape, the choice of the crop alternative seems coherent with the need to diversify agricultural income, the policy context facilitating the shift to multifunctional systems and the preoccupations on timber prices. The last place given to the tree alternative, which focuses on timber or pulp and paper production, seems also coherent with both landscape contexts and the global economic slow-down of the forestry industry.

The conclusions that can be drawn from the comparisons between the various stakeholder categories within each area and across the areas are limited due to the sampling method and the small number of participants (1 to 3) under each category in each region. Despite these limits, comparing stakeholder categories leads to interesting observations and hypothesis on the valuation of agroforestry intercropping systems by regional stakeholders. First, in both landscape contexts, high variability was observed among stakeholder categories on their relative ratings of the three agroforestry intercropping alternatives. Within each regional context, each stakeholder group rated the alternatives differently: even when they rated the alternatives, their evaluation of their relative weight differed. These observations seem to be symptomatic of a high degree of disagreement between participants on the choice of the alternative that would best fit in their context. The differences recalls that social consensus on land-use planning options may hide strong perception divergences among individuals.

Apart from the divergences observed, two similitudes seem to emerge from the comparisons of the relative ratings made by the various stakeholder categories. First, except for the farm advisors in Les Maskoutains, the tree alternative never stands as the best alternative. The low level of knowledge of the participants on deciduous tree management within agricultural plots, the need to get an annual income from the crops and the impacts of the timber industry crisis on timber prices may explain the low priority given to the tree alternative, although further studies should be undertaken in each region to validate this result.

Second, it is noteworthy that, in both focus groups, the general ratings do not fit the farmers' ratings. These contradictions foresee possible land-use conflicts as farmers are likely to be involved in the implementation and the management of the systems. It may be hypothesized that within the focus groups, farmers' relative preference for the landscape alternative might have been more driven by their awareness of the regional social demand for diversified landscapes than by their own aesthetic preferences. Their choice might also be linked to their global disinterest towards agroforestry practices, considering these systems only as aesthetic features and not as potentially productive systems. The 'not in my backyard' syndrome could also explain why farmers would prefer the landscape alternative to the crop alternative, as

the landscape alternative would not necessarily be implemented on their cultivated plots. In any cases, more representative studies should be conducted to verify these assumptions.

4.4.3. Pertinence and limits of the SWOT-AHP procedure

The SWOT-AHP method appeared as an efficient and low-cost analysis tool to identify key decision factors for various stakeholders and get a prime overview of their evaluation of the suitability of three agroforestry intercropping system designs. However, the method is limited on many aspects apart from the limitations on the sample size previously highlighted. Local stakeholders are undoubtedly experts of their landscape, but they are not agroforestry experts. Hence, the agroforestry alternatives' ratings might not be as well informed as the choice of the decision factors impacting their integration in the landscape. The consistence of pair-wise comparisons is also an important issue within this methodology. The wide range of decision factors used by stakeholders may explain the high consistency ratios observed in Les Maskoutains (0.26) and Charlevoix-Est (0.39), which are higher than the 0.10 that should be tolerated to guarantee validity (Saaty, 2010). However, consistency by itself does not guarantee validity, as consistent comparisons may be far away from reality. In that sense, our results remain reliable. They illustrate the complexity of making consistent judgment in dealing with complex issues such as land-use planning and agroforestry integration in agricultural landscapes. Finally, although very efficient in the identification of key factors underlying any decision process, the method does not highlight the reasons supporting the choice of the decision factors or the rating of the various alternatives and limits the number of alternatives that can be compared. Other qualitative methods, such as semi-structured interviews, could be effectively combined to this methodology to get a more comprehensive and in-depth understanding of the personal and contextual factors underlying the choices made by participants through the SWOT-AHP process (Ruiz & Domon, 2015).

4.5. Conclusion

Agroforestry intercropping systems have been presented as potential land-use alternatives to various local stakeholders in areas of agricultural decline and intensive farming facing very

contrasted environmental, social and economic challenges. Despite the contrasting features characterizing their regional landscapes, decision factors and relative ratings of the agroforestry system alternatives were similar in both landscape contexts. In both areas, human factors related to social demands, policies, knowledge and profitability appeared as more important decision criteria than biophysical factors. The preeminence of social factors reiterates that social limits and opportunities need to be addressed, just as the biophysical conditions, in agricultural intensification and decline contexts in order to design, implement and manage relevant agroforestry systems for local dwellers and rural communities.

The study also showed that designs primarily focusing on crop production are slightly preferred to landscape-oriented designs in both intensive and declining agricultural landscapes. Similarly, the system focusing on tree or timber production is seen as the less suitable in both contexts. Future studies should compare intercropping alternatives to other types of land use systems or agroforestry systems to get a better understanding of the relative priority given to agroforestry intercropping systems within a broader range of land use options.

Acknowledgements

Authors would like to thank the stakeholders from Charlevoix-Est and Les Maskoutains who participated in the focus groups, Catherine Mercier for her precious help and Professor Tomas L. Saaty for insightful comments and suggestions on the methodology of SWOT-AHP and the data analysis. This research was funded by the Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) of Canada, Agriculture and Agri-Food Canada and the Institut EDS of Université Laval.

References

- Aczel J, Saaty TL (1983) Procedures for Synthesizing Ratio Judgments. *Journal of Mathematical Psychology* 27: 93-102. DOI:10.1016/0022-2496(83)90028-7
- Bastian O (2004) Funcions, leitbilder, and Red lists - expression of an integrative landscape concept. In: Brandt J, Vejre H (eds). *Multifunctional landscapes, vol 1 - Theory, values and history*. WIT Press, Boston, pp 75-94.
- Boothroyd-Roberts K, Gagnon D, Truax B (2013) Can hybrid poplar plantations accelerate the restoration of forest understory attributes on abandoned fields? *Forest Ecology and Management* 287: 77-89. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.09.021
- Bürgi M, Hersperger AM, Schneeberger N (2004) Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape Ecology* 19: 857-868. DOI:10.1007/s10980-005-0245-3
- Camilli F, Pisanelli A, Seddaiu G, Franca A, Bondesan V, Rosati, A, Moreno GM, Pantera A, Hermansen JE, Burgess PJ (2017) How local stakeholders perceive agroforestry systems: an Italian perspective. *Agroforestry Systems* 92: 849–862. DOI: 10.1007/s10457-017-0127-0
- CANSIM (2011) Table 004-0200 - Census of Agriculture, farms classified by the North American Industry Classification System (NAICS) every 5 years.
- De Baets N, Gariépy S, Vézina A (2007) *Portrait de l'agroforesterie au Québec*. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Canada.
- Doblas-Miranda E, Paquette A, Work TT (2014) Intercropping trees' effect on soil oribatid diversity in agro-ecosystems. *Agroforestry Systems* 88: 671-678. DOI:10.1007/s10457-014-9680-y
- Escribano M, Mesias FJ, Horrillo A, Elghannam A, Gaspar P (2016) Stakeholders' visions on environmental and economic benefits from dehesa agroforestry systems: a Delphi approach. Paper presented at the 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, France, May 23-25.
- Godsey LD, Mercer ED, Grala RK, Grado SC, Alavalapati RR (2009) Agroforestry Economics and Policy. In: Garrett HE (eds) *Norh American Agroforestry: an integrated science and practice*. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, pp 315-333.
- Grandgirard D, Carre F, Leclercq C, Chemin F, Beauchamp M, Liagre F (2016) Experts' perceptions of potential ecosystem sevicees from agroforestry and other agro-ecological alternatives. Paper presented at the 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, France, May 23-25.
- ISQ (Quebec Statistic institute) (2014) General Data on Charlevoix-Est. http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_03/impr_mrc_03_015.htm. Accessed 05-26 2016

- Klein AM, Boreux V, Bauhus J, Chappell MJ, Fischer J, Philpott SM (2014) Forest islands in an agricultural sea. In: Kettle CJ, Koh LP (eds). *Global Forest Fragmentation*. CABI, Wallingford, pp 79-95.
- Kurttila M, Pesonen M, Kangas J, Kajanus M (2000) Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics* 1(1): 41-52. DOI: 10.1016/S1389-9341(99)00004-0
- Lacombe S, Bradley RL, Hamel C, Beaulieu C (2009) Do tree-based intercropping systems increase the diversity and stability of soil microbial communities? *Agriculture, Ecosystem and Environment* 131: 25-31. DOI:10.1016/j.agee.2008.08.010
- Laroche G, Olivier A (2015) Contexte politique québécois et pratique de l'agroforesterie: état des lieux. *The Forestry Chronicle* 91: 524-533. DOI:10.5558/tfc2015-091
- Lawrence JH, Hardesty LH, Chapman RC, Gill SJ (1992) Agroforestry practices of non-industrial private forest landowners in Washington State. *Agroforestry Systems* 19: 37-55. DOI:10.1007/BF00130093
- Mattia CM, Lovell ST, Davis A (2016) Identifying barriers and motivators for adoption of multifunctional perennial cropping systems by landowners in the Upper Sangamon River Watershed, Illinois. *Agroforestry Systems* 92: 1155-1169. DOI: 10.1007/s10457-016-0053-6
- Matthews S, Pease SM, Gordon AM, Williams PA (1993) Landowner Perceptions and the Adoption of Agroforestry Practices in Southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 21: 159-168. DOI:10.1007/Bf00705227
- Morgan D, Krueger RA (1998) *The Focus group kit*. Sage Publications, California, 109 p.
- Naveh Z (2000) What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and Urban Planning* 50: 7-26. DOI:10.1016/S0169-2046(00)00077-3
- Pisanelli A, Marandola D, Marongiu S, Paris P, Rosati A, Romano R (2014) The role of Rural Development Policy in supporting agroforestry systems in EU. In: Palma JHN, Chalmin A (eds) *2nd European Agroforestry Conference: integrating science & policy to promote agroforestry practice*. Cottbus, Germany, pp 22-25.
- Rivest D, Cogliastro A, Vanasse A, Olivier A (2009) Production of soybean associated with different hybrid poplar clones in a tree-based intercropping system in southwestern Quebec, Canada. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 131: 51-60. DOI:10.1016/j.agee.2008.08.011
- Rivest D, Lorente M, Olivier A, Messier C (2013) Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *Science of the Total Environment* 463/464: 51-60. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.05.071

- Rois-Díaz M, Lovric N, Ferreiro-Domínguez N, Mosquera-Losada MR, den Herder M, Graves A, Palma JHN, Paulo JA, Pisanelli A, Smith J, Moreno G, Garcia S, Varga A, Pantera A, Mirck J, Burgess P (2017) Farmers' reasoning behind the uptake of agroforestry practices: evidence from multiple case-studies across Europe. *Agroforestry Systems* 92: 811-828. DOI: 10.1007/s10457-017-0139-9
- Ruiz J, Domon G (2009) Analysis of landscape pattern change trajectories within areas of intensive agricultural use: case study in a watershed of southern Québec, Canada. *Landscape Ecology* 24: 419-432. DOI:10.1007/s10980-009-9321-4
- Saaty TL (2010) *Principia Mathematica Decernendi*. RWS Publications, Pittsburgh
- Saaty TL, Vargas LG (2001) *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic Publisher, Boston, M.A.
- Sassenrath GF, Halloran JM, Archer D, Raper RL, Hendrickson J, Vadas P, Hanson J (2010) Drivers Impacting the Adoption of Sustainable Agricultural Management Practices and Production Systems of the Northeast and Southeast United States. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 680-702. DOI:10.1080/10440046.2010.493412
- Saucier JP et al. (2009) Chapitre 4 - Ecologie forestiere. In: OIFQ (ed). *Manuel de foresterie Québec, Canada*, pp 165-316
- Sereke F, Dobricki M, Wilkes J, Kaeser A, Graves AR, Szerencsits E, Herzog F (2016) Swiss farmers don't adopt agroforestry because they fear for their reputation. *Agroforestry Systems* 90: 385-394. DOI: 10.1007/s10457-015-9861-3
- Shrestha RK, Alavalapati JRR, Kalmbacher RS (2004) Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method. *Agricultural Systems* 81: 185-199. DOI:10.1016/j.agsy.2003.09.004
- Smith J, Pearce BD, Wolfe MS (2011) Reconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? *Renewable Agriculture and Food Systems* 28: 80-92. DOI:10.1017/S174217051100058
- Tartera C, Rivest D, Olivier A, Liagre F, Cogliastro A (2012) Agroforesterie en développement: parcours comparés du Québec et de la France. *The Forestry Chronicle* 88:21-29 DOI:10.5558/tfc2012-007
- Torralba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, Plieninger T (2016) Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 230: 150-161. DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002
- Valdivia C, Poulos C (2009) Factors affecting farm operators' interest in incorporating riparian buffers and forest farming practices in northeast and southeast Missouri. *Agroforestry Systems* 75: 61-71. DOI:10.1007/s10457-008-9129-2

Workman SW, Bannister ME, Nair PKR (2003) Agroforestry potential in the southeastern United States: perceptions of landowners and extension professionals. *Agroforestry Systems* 59: 73-83. DOI: 10.1023/A:1026193204801

Chapitre 5 – Exploring the social coherence of rural landscapes featuring agroforestry intercropping systems using locals' visual assessments and perceptions

Geneviève Laroche Département de phytologie, Université Laval, Canada
genevieve.laroche.3@ulaval.ca Tel.: +1 418 656 2131 ext 408746 Fax: +1 418 656-7856

Gérald Domon École d'urbanisme et d'architecture du paysage, Université de Montréal,
Canada

Alain Olivier Département de phytologie, Université Laval, Canada

Résumé

Cette étude a scruté l'appréciation visuelle de scénarios paysagers présentant des systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) et des paysages agricoles ordinaires par les résidents de régions agricoles intensives et en déprise au Québec (Canada) à l'aide d'un questionnaire en ligne. Les 161 réponses retenues pour l'analyse ont révélé que la plupart des SAI étaient aussi appréciés par les résidents que les paysages agricoles ordinaires et qu'aucune variable sociodémographique n'influçait l'appréciation des paysages. Cependant, la région d'appartenance des répondants, le niveau de diversité végétale des espèces ligneuses et l'écartement entre les rangées d'arbres ont montré une influence significative et croisée sur l'appréciation des paysages intégrant des SAI. Les rangées d'arbres se sont avérées peu appréciées à cause de leur apparence artificielle. Nos résultats révèlent que les SAI peuvent être socialement cohérents dans des contextes paysagers diversifiés, mais que leur design doit être réfléchi en fonction du contexte.

Mots-clés: Agroforesterie, paysage, système socio-écologique, durabilité, qualité visuelle, perceptions.

Abstract

Agroforestry intercropping systems, in which crops grow between widely spaced tree rows, could provide multiple ecosystem services in regions where agricultural systems have undergone major intensification processes. It is necessary to consider the social perceptions of agroforestry intercropping systems within specific landscape contexts to optimize their designs and their contribution to landscape sustainability. Consequently, our study scrutinized the visual appreciation of agroforestry intercropping systems of rural residents of two contrasted agricultural regions of Quebec (Canada), evaluated the influence of some individual characteristics and agroforestry system design features on these appreciations and elicited the reasons justifying visual appreciations. Data was collected using an online questionnaire. Photomontages showing six ordinary agricultural landscapes and six agroforestry intercropping systems were rated using a 10-point Likert scale. Open-ended questions elicited the reasons underlying appreciation, and closed questions captured the sociodemographic profile and the attitude toward the environment of the respondents. Quantitative and qualitative analyses were performed on the data. A total of 161 rural residents filled the questionnaire. The multivariate analysis showed no significant effect of any of the individual characteristics tested. The statistical analyses revealed that most agroforestry intercropping systems are as appreciated as the ordinary agricultural landscapes. Region, tree diversity and row spacing have intertwined influences on the visual appreciations of agroforestry systems. Trees are appreciated for their ecological functions and features, but rows are unappreciated for their artificiality. Our results highlight that agroforestry intercropping systems may be socially coherent in diversified landscape and social contexts, but design recommendations must be context specific.

Keywords: Agroforestry, landscape, socioecological system, sustainability, visual quality, perceptions

5.1 Introduction

Agroforestry intercropping systems (AIS), sometimes referred to as tree-based intercropping or alley cropping systems, are silvoarable systems implemented at the plot or farm scale and characterized by the integration of woody perennials (trees or shrubs) aligned in widely spaced rows within cultivated fields (Garrett et al. 2009, Rivest et al. 2010). Depending on the objectives of the system and the site-specific ecological conditions, row width, tree (or shrub) diversity and cover crop may vary greatly from one AIS to another, making these systems highly versatile and adaptable to a wide variety of agricultural contexts (Garrett et al. 2009).

In Québec (Canada), AIS were recently integrated into rural landscapes to address several challenges (Rivest et al. 2010). In landscapes of agricultural intensification, where climate, topography and soil fertility enabled the expansion of intensified and highly mechanized agricultural systems, AIS have proven their ability to alleviate the negative impacts of agriculture by limiting nutrient runoff in water courses (Bergeron et al. 2011), sequestering carbon (Winans et al. 2014), increasing tree cover and diversifying landscapes (Jose 2009). In areas where biophysical and climate conditions limit agricultural productivity, AIS are implemented to increase the economic value of formerly cultivated lands now left to spontaneous revegetation or converted to coniferous plantations and help preserve landscape attractiveness by limiting landscape closure (Benjamin et al. 2007). In both contexts, AIS implementation is also used to foster the production of fruit, nut and high-value hardwood species on private lands (Bradley et al. 2008).

Following a systemic vision, a landscape may be framed as a coupled socio-ecological system where ecological and sociocultural dimensions inextricably interact over time (Berkes et al. 2002, Görg 2007, Harding et al. 2017, Naveh 2001). Similarly, a land-use, such as an AIS, may be considered as a socio-ecological subsystem integrated to the ecological and sociocultural dimensions of its embedding landscape (Arts et al. 2017, Lescourret et al. 2015). Landscape sustainability is highly dependent on the interactions resulting from this imbrication of land-uses within landscapes (Angelstam et al. 2019, Wu 2013). Consequently,

the evaluation of the potential contribution of a prospected land-use to landscape sustainability must enable the assessment of its compatibility, or coherence, with the ecological and sociocultural dimensions of the landscape (Wu 2013, Lescourret et al. 2015). While the contribution of AIS to landscape sustainability remains mostly focused on their ecological impacts, it becomes necessary to better understand their social impact to complete the picture (Franco et al. 2003, Grala et al. 2010, Zhou et al. 2019). Since regions of agricultural intensification and agricultural decline present contrasted social, demographic and economic dynamics (Bryant 1984, Guimond and Simard 2010, Paquette and Domon 2003), the impact of the integration of AIS needs to be investigated in both landscape contexts.

Landscape coherence generally describes how the various tangible elements of the landscape “fit together” in space (at a single scale or across scales) or time (Ode et al. 2009, Oles 2016). Landscape coherence is a concept applied in a variety of landscape research fields, from landscape ecology (Opdam et al. 2003, van Mansvelt 1997) to land-use planning (Tveit et al. 2006, Mander et al. 2010) and perceptual studies (Kaplan and Kaplan 1989, Kuiper 1998, Kuper 2017). Antrop (2005) associated landscape coherence to its legibility and its identity, pointing that landscape identity may be preserved through time if landscape changes remain coherent within the sociocultural context. Following Antrop (2005), we define the landscape social coherence as *the fitness of the composing elements of the landscape (natural or human-made) with the sociocultural dimension of the landscape*. A socially coherent landscape is in phase with the values, beliefs and perceptions of the social groups interacting in the landscape and influencing its evolutive trajectory. Hence, social and ecological coherence are needed to ensure landscape sustainability (Barrière et al. 2019, Paquette et al. 2009). In this study, we concentrate on one dimension of the social coherence of landscapes by investigating how the integration of a specific land-use (AIS) within landscapes of agricultural intensification and agricultural decline is perceived by rural residents.

Landscape perceptions, stemming from the interaction of humans with the landscape, are at the crossroads of the ecological and sociocultural dimensions of landscapes (Zube et al. 1982) and thus can serve as one indicator of the social coherence of a land-use within its current or future embedding landscape. Understood as complex, interactive and immediate cognitive processes linking knowledge and past experience to the landscape (Antrop 2000), perceptions derive from the representations, values and beliefs of individuals or groups and condition their attitudes and behaviors (Dakin 2003). Closely linked and directly deriving from perceptions, landscape preferences, the degree to which situations are preferred to other situations or features, are easier to capture than perceptions and, as such, are key to reveal the social impacts of prospected land-uses on landscape sustainability and rural population well-being (Carvalho-Ribeiro et al. 2016, Teixeira et al. 2019).

Theories of landscape appreciation, despite their various backgrounds, generally link landscape preferences to the characteristics of the individuals, to the landscape features and functions, and to the nature and intensity of the human-landscape interaction (Zube 1986, Carvalho-Ribeiro and Lovett 2011). The impact of individual characteristics on landscape preferences is inconsistent in the literature. Whereas studies demonstrated an effect of the sociodemographic profile of respondents on landscape preferences (Howley 2011, Sevenant and Antrop 2010, Yu 1995, Filova et al. 2015), others concluded that individual characteristics had no significant influence (De Groot and van den Born 2003, Frank et al. 2013, Stamps 1993, Tempesta and Vecchiato 2015). Aesthetic preferences of farmers vs non-farmers (Van den Berg et al. 1998, Rogge et al. 2007, Burton 2012) and residents vs tourists (Concu and Atzeni 2012, Rambonilaza and Dachary-Bernard 2007) revealed to be different in various contexts, pointing that the relation to the landscape may also influence landscape perceptions. Accordingly, studies in southern Québec highlighted the existence of communities of relation to the landscapes, i.e. groups of residents sharing divergent views on the same surrounding landscape, demonstrating that values and attitudes may have a more significant influence on landscape preferences than sociodemographic characteristics (Ruiz and Domon 2012). In the same way, attitude towards the environment had an effect on aesthetic preferences in Belgium (Sevenant and Antrop 2010). In Quebec, Benjamin et al.

(2007) demonstrated that ecocentric attitudes are correlated to a higher appreciation of abandoned farmlands than anthropocentric or apathetic attitudes.

The effects of landscape features on landscape appreciations have been widely investigated. Scenic beauty estimation methods, widely used in environmental and landscape management, identify several features influencing landscape beauty related to the landscape elements (color, height, landforms, vegetation, human features, naturalness/artificiality) and to the interrelation between them and the wider landscape (diversity, contrast, coherence, integrity, ambiance, legibility, openness, etc.) (Franco et al. 2003, The Landscape Institute 2002). Stemming from contrasted theoretical backgrounds, perceptual and experiential methods have also revealed that, in general, landscape appreciation is positively influenced by wilderness, color contrast, mountains, water, openness, trees and valued man-made features (Arriaza et al. 2004, Dearden 1985; Düzgünes and Demirel 2015, Herzog 2000, Howley 2011, Junge et al. 2015). In general, the presence of agroforestry systems in landscapes have a positive impact on the landscape preferences of farmers, other rural stakeholders (García de Jalón et al. 2017, Graves et al. 2017, Tsonkova et al. 2018) and potential tourists (Rigueiro-Rodríguez et al. 2009).

Looking more closely at the AIS effect on landscape preferences and perceptions, García de Jalón et al. (2017) revealed that AIS integrating fruit or nut trees in European regions were perceived as increasing landscape aesthetics by rural stakeholders. In Québec, rural stakeholders from an intensive agricultural region stated the local concern for landscape aesthetics enhancement as one of the most positive drivers of AIS implementation in their area (Laroche et al. 2019). In Venetia, Franco et al. (2003) showed that rural landscape scenarios integrating tree lines were preferred to the same scenarios without trees. In central United States, rural stakeholders revealed their preferences for silvoarable agroforestry systems integrating trees and shrubs to systems integrating trees only (Grala et al. 2010).

A growing number of studies reveal that local populations perceive landscapes differently from experts and base their preferences on different criteria (Vouligny et al. 2009, Tempesta and Vecchiato 2015, Zube et al. 1982). Moreover, the participation of local stakeholders to landscape management and decision-making is considered as crucial to increase the legitimacy of landscape planning decisions (Sayer et al. 2013). Consequently, the use of non-expert approaches to landscape preferences, acknowledging that these preferences are not universal nor objective but highly dependent on the observers' context, values and background (Dakin 2003, Dearden 1985), becomes essential to grasp the perceptions of the introduction of AIS in rural landscapes of residents (Franco et al. 2003, Grala et al. 2010).

This study aimed at exploring one dimension of the social coherence of landscapes featuring AIS by investigating how these envisioned landscapes might be perceived by rural residents compared to landscapes featuring common land-uses and by testing the effect of some human (main agricultural dynamic observed in the region, sociodemographic profile and qualitative perceptions) and landscape features (land-use type and AIS design) on landscape appreciation. More precisely, this study pursued the following four objectives and tested the related hypotheses:

- 1) Verify the effect of region, place of residence, age, gender, educational level, parenthood and attitude towards the environment on the visual assessment of rural landscapes featuring common land-uses and AIS (H1: Age, gender, educational level, parenthood have no impact on visual assessment, whereas region, place of residence and attitude towards the environment influence landscape assessment).

- 2) Assess and compare the visual appreciation of 12 rural landscapes featuring common land-uses and AIS by the residents of two contrasted agricultural regions (H2: Landscapes featuring AIS and common land-uses are appreciated differently, and appreciations vary between regions).

3) Determine the influence of region, tree diversity and row spacing on the visual assessment of the landscapes featuring AIS designs (H3: The visual appreciation increases with tree diversity and row spacing and differs between region).

4) Identify the reasons underlying the visual appreciation of five of the landscapes assessed (no hypothesis was formulated concerning this exploratory objective).

Unveiling local's perceptions of rural landscapes presenting diversified land-uses may not only inform about the relative contribution of AIS to landscape sustainability and human well-being, but may also reveal the values, memories and cultural habits that support these perceptions (Paquette et al. 2009). It may also guide policy implementation towards the most wanted or qualified landscapes by residents, a crucial element of the global potential of AIS to contribute to landscape sustainability (Flint et al. 2013, Tempesta and Vecchiato 2015).

5.2. Methodology

5.2.1. Areas under study

The areas chosen for the study are the Regional County Municipalities (RCM) of Charlevoix-Est and Les Maskoutains (fig. 5.1). We selected the areas upon their accessibility and their representativeness of the agricultural landscape dynamics (agricultural intensification and agricultural decline) observed in the province of Québec.

Les Maskoutains (45.683 N, 72.970 W) is located south of the St. Lawrence River, in the St. Lawrence lowlands. The population is 87,985 and the area covers 1,310 km² (ISQ 2017a). It is the most intensive agricultural region of the province, with 96 % of its territory dedicated to agricultural purposes (MAPAQ 2017). Of the 1,206 farms censused in 2016, 367 covered more than 226 hectares (Statistics Canada 2016). Les Maskoutains benefits from fertile soils (45 % clay) and warm temperatures facilitating the production of three main crops: corn, soybean and wheat (MAPAQ 2017). Dairy cattle, swine and poultry are the main livestock

production in the region (Statistics Canada 2017a). The estimated regional tree cover is 12 %, which is the lowest in the province, and private forested stands are managed mainly for maple syrup production and firewood (MAPAQ 2017). Isolated mountains (*Les Montérégiennes*) are visible from many municipalities in the area and are features of recreational and cultural importance for residents (Ruiz and Domon 2012).

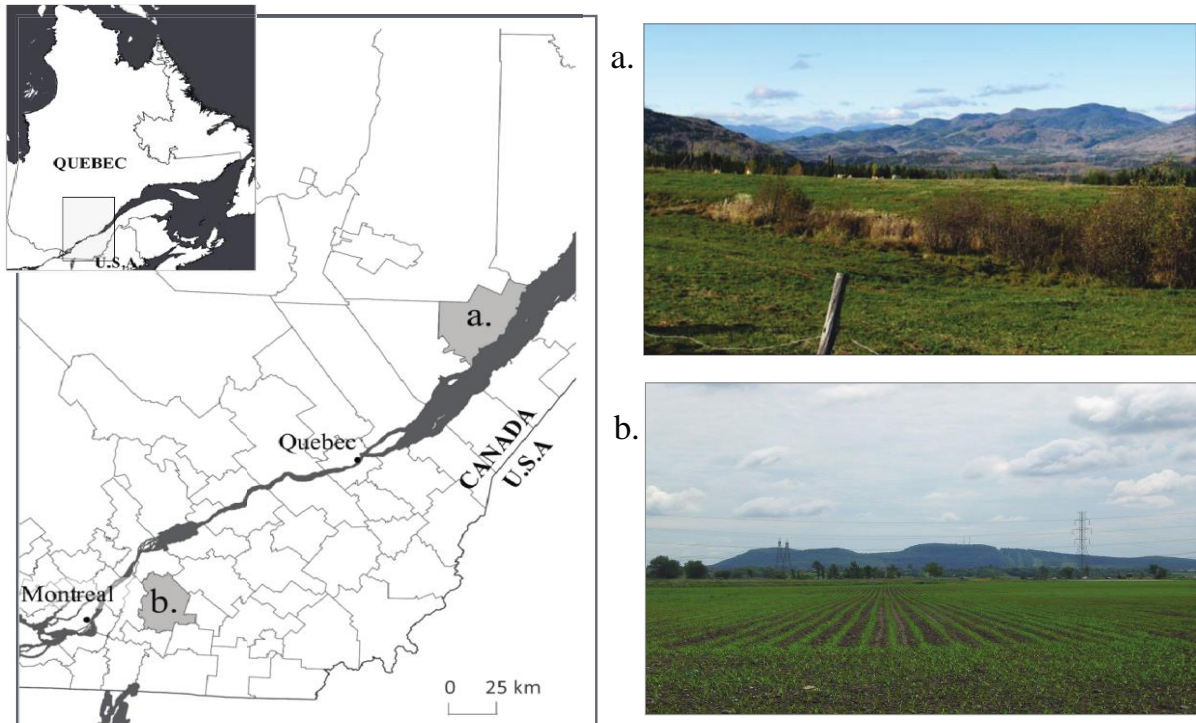


Figure 5.1. The regional county municipalities of Charlevoix-Est (a) and Les Maskoutains (b). Photo credits: a. RCM of Charlevoix-Est; b. Montreal metropolitan community

The RCM of Charlevoix-Est (47.822 N, 70.649 W) is located on the north shore of the St. Lawrence River. As most soils of the Canadian Shield, the soils in Charlevoix-Est are shallow and rocky, and the numerous hills and steep slopes characterizing its topography limit their agricultural potential (Saucier et al. 2009). The ecumene is concentrated on the hills along the St. Lawrence River and the Nairne Lake (Statistics Canada 2017b). Forest covers most of the area (54 %), and agriculture in the region is undergoing major transformation: while the number of conventional farm declines, land abandonment increases, and new small-scale agricultural models pop up (Statistics Canada 2017b). Charlevoix-Est is renowned for its

attractive landscapes featuring the St. Lawrence River, typical agricultural activities (old barns and cultivated fields), picturesque housing, and mountains. Tourism and forestry are two main seasonal economic activities in the area, employing about 3,200 people (26 % of the population) (ISQ 2017b).

5.2.2. Design of the landscape scenarios

Among the non-expert approaches to landscape appreciation, visual assessment methods are reputed to capture a wide range of perceptions, values and ideas about landscapes that outboud the strict aesthetic judgment (Paquette et al. 2009). Landscape scenarios are also reliable to investigate possible future landscapes (Tress et al. 2001). We therefore used a method based on photo scenarios to elicit the landscape appreciation of residents. Twelve landscape scenarios were created from the same baseline photo: six landscapes featuring common land-uses and six landscapes featuring AIS land-uses (Table 5.1).

Table 5.1. Description of the six AIS designs and the six common land-uses illustrated in the landscape scenarios.

Land-use type	Characteristics	Abbreviation	
Agroforestry intercropping systems (AIS)	<i>Tree diversity</i>	<i>Row spacing</i>	
	Monospecific	15 m	M15
	Monospecific	30 m	M30
	Mixed tree species	15 m	Mx15
	Mixed tree species	30 m	Mx30
	Mixed tree species +shrubs	15 m	MxSh15
	Mixed tree species +shrubs	30 m	MxSh30
Common land-uses	Conifer plantation	Conifer	
	Mixed deciduous forest	Deciduous	
	Shrub fallow	Shrub fallow	
	Herbaceous fallow	Herb fallow	
	Hay field	Hay	
	Corn field	Corn	

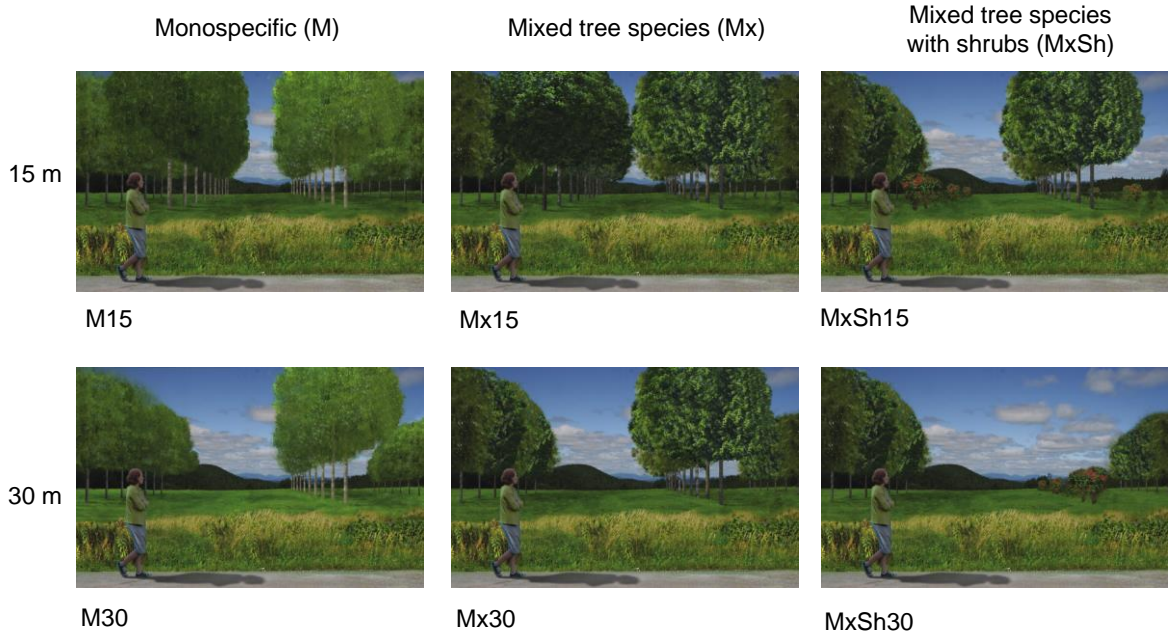
The choice of this method has been validated by Tempesta (2010) and Dramstad et al. (2006), who have demonstrated that photographs are an adequate substitute of real landscapes for

visual assessment. The baseline picture was taken outside the study area on August 15, 2016, at one pm, at eye level with a Nikon D7500 focal of 120 mm, corresponding to the human visual field. The baseline picture features a cultivated field on a sunny day, a fallow and a road in the foreground, and hills in the background. The baseline photo was chosen according to its similitude with the landscapes found in the study areas, where hills and mountains are important landscape features. Although we acknowledged that the hills in the background could positively influence the landscape ratings (Arriaza et al. 2004), and thus mitigate the effect of the various land-use scenarios tested, we decided to keep these features to create photomontages that would be visually similar to the landscapes found in the study areas.

The middle ground of the baseline picture was modified using Sketchup 8 and Photoshop Pro 6.1 to create the twelve landscape scenarios (fig. 5.2). First, six landscape scenarios featuring some of the most common agricultural and forestry land-uses observed in both regions were created: 1) deciduous forest, 2) conifer plantation, 3) shrub fallow, 4) herbaceous fallow, 5) hay field, and 6) corn field. The scenarios are representative of the variety of landscapes found in areas of agricultural intensification and abandonment, from never cultivated lands (1), and abandoned lands (3,4), to cultivated lands (5,6), and lands converted to conifer plantations (2). Hence, these scenarios are representative of the various land-uses that can be found on agricultural and forestry plots and depict how trees, crops and shrubs are spatially separated in the rural landscapes of Québec.

Second, six foreseen landscape scenarios featuring AIS were created following a complete 2 x 3 factorial design testing two system design variables, row width (15 m and 30 m) and tree diversity (monospecific, mixed tree species and mixed tree species and shrubs). Row spacings were chosen following already existing AIS in Québec, which were designed to facilitate farm machinery passages between the tree rows (Rivest et al. 2010).

Landscapes featuring AIS designs



Landscapes featuring common rural land-uses

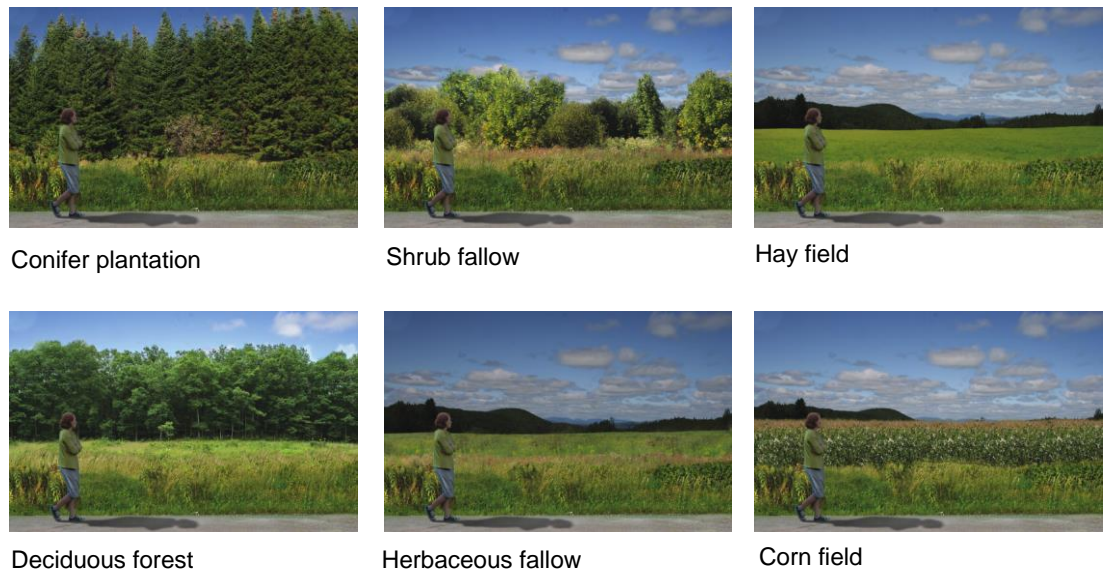


Figure 5.2. The 12 landscape scenarios. Six scenarios present AIS designs with three tree diversity levels (monospecific, mixed tree species and mixed tree species with shrubs) and two row spacings (15 m and 30 m), and six scenarios feature common rural land-uses (conifer plantation, deciduous forest, shrub fallow, herbaceous fallow, corn field and hay field).

The tree diversity levels were also created according to the AIS designs already in use in Québec, except for the higher level of tree diversity (mixed tree species with shrubs), which has been inspired by a previous study that revealed that similar designs could be relevant in these regions (Laroche et al. 2019).

All tree and shrub species were chosen according to the growing conditions prevailing in the study areas. The monospecific level presents a plantation of fast-growing hybrid poplars (*Populus* spp.), the mixed tree rows are composed of three species (*Populus* spp., *Quercus rubra* L. and *Tilia americana* Mitchx.) and the shrub rows mix two indigenous species (*Aronia melanocarpa* Mitchx. and *Viburnum trilobum* Mitchx). Mixed forage was chosen as the cover crop in all AIS scenarios to represent realistic combinations of crops and woody perennials in both regions.

All twelve scenarios presented the vegetation as it should look in mid-August to prevent visual assessment bias from seasonal vegetation change (Nassauer 1988, Kuper 2013).

5.2.3. Questionnaire design

An online survey was constructed using SurveyMonkey® platform. The questionnaire comprised three sections. The first section described the research and asked selection questions (age and agreement to the ethical terms and conditions). In the second section, the 12 landscape scenarios were presented in a random order to eliminate anchoring bias (Tversky and Kahneman 1974), and respondents were asked to state their appreciation using a 10-point Likert scale: “Rate this landscape according to your appreciation using a scale ranging from 1 (I completely dislike) to 10 (I really love this landscape)”. To elicit the reasons supporting their ratings, participants were asked, for five of the landscapes (conifer, herb fallow, M30, Mx15, and MxSh15), to answer this open-ended question: "Why do you like/dislike this landscape? State every reason coming to your mind". This question enabled participants to freely express their thoughts without having to choose among framed categories or a set of preselected answers, which is often criticized in experimental methods

(Rambonilaza and Dachary-Bernard 2007, Oreszczyn and Lane 2000). By asking respondents to answer the open-ended question for only five of the 12 landscapes, we balanced our need to capture the reasons underlying appreciation and the time required by the respondents to complete the questionnaire (Patton 2015).

The final section captured the respondent's age, gender, education level, parenthood, and knowledge on agroforestry systems. The attitude towards the environment (ecocentric, anthropocentric, or apathetic) was captured using the short questionnaire developed and used by Benjamin et al. (2007), derived from Katelborn and Bjerke (2002). Participants reacted to several statements about the environment and its use and preservation by choosing an answer ranging from 1 “I totally disagree” to 5 “I totally agree”. An ecocentric person appreciates the environment for its intrinsic ecological value, whereas an anthropocentric person appreciates the environment for the goods and services it provides to humans. The apathetic person states no attachment to the environment.

5.2.4. Data collection

Participants were recruited using a geographically stratified, then non-systematic sampling method (De Vaus 2002). Institutional and private email lists and the snowball method starting from the Regional County Municipality administrative offices were used to reach residents and workers of the study areas between January and March 2019 (Patton 2015). Messages were sent on various social network pages used by local institutions or organizations, inviting residents to complete an online survey questionnaire. The team visited the region during the same period, and direct recruitment occurred in various public places (malls, arenas, and small restaurants). Residents were asked to give their email addresses to receive the online survey link, leaving them free to participate and limiting the desirability bias associated with face-to-face questionnaire (Nederhof 1985). Data collection ended when the number of respondents in both regions was judged satisfying to carry reliable statistical analyses (Steel et al. 1997).

5.2.5. *Data analysis*

5.2.5.1. Statistical analyses

Statistical analyses were conducted to determine the effect of individual characteristics, region, and AIS features (tree diversity and row spacing) on visual appreciation. The analyses were performed using S.A.S. 9.4. software (© SAS Institute Inc.). First, multiple regression analyses were used to determine the effect of gender, age, place of residence, parenthood, education level, and attitude towards the environment on the landscape visual assessments.

In a second step, we used mixed models, including fixed and random effects (or covariance), to determine the impact of region, land use type, and AIS design features on visual appreciation. The need to use a model including a covariance parameter was justified because landscape ratings by the same participants are correlated repeated measures (SAS Institute 2019). The covariance parameter estimates accounting for the "subject effect" were calculated using the unstructured covariance type. We estimated the fixed effect and treatment means with the REML (restricted maximum likelihood) method. The Kenward-Roger method was used as recommended by Littell et al. (2006) to calculate the degrees of freedom and to adjust the fixed effects standard error to reduce type I errors.

We used the mixed model best fitted to our data and conducted repeated measures analyses of variance (ANOVA) on the 12 landscape scenarios to compare their visual assessment mean estimates. The effect of region, landscape scenario, and their interaction (region*landscape scenario) were tested using Type 3 tests. The protected least significant difference (LSD) test was performed afterward to group landscapes with similar visual assessment mean estimates.

Looking more closely at the landscapes featuring AIS designs, we performed factorial 2 x 2 x 3 repeated measures ANOVA to understand the effect of region, tree diversity, and row spacing on the visual appreciation of these specific landscapes. Once again, we used Type 3 tests to unveil significant effects and interactions. The Tukey-Kramer multiple comparison

test was then performed to compare the landscape mean estimates and group them following their similarity. The Shapiro-Wilk test confirmed the homogeneity of variances in all cases.

5.2.5.2. Qualitative analysis

Qualitative analysis was conducted on the reasons explaining appreciation using decontextualized thematic coding (Patton 2015). Statements were read several times and divided into "substatements" to reflect all the ideas expressed by respondents. Similar "substatements" were grouped under the same category. Categories were adjusted throughout the analysis to avoid repetitions or superpositions (Patton 2015), leading to a final set of five categories of appreciation and unappreciation. When judged appropriate, categories were divided into subcategories to capture more detailed information about the reasons underlying landscape appreciation.

5.3. Results

5.3.1. Sociodemographic profile of respondents

A total of 176 participants completed the questionnaire between February and April 2019, of which 161 were kept for the analyses. Their profile is presented in Table 5.2. A total of 85 participants filled the questionnaire in Les Maskoutains and 76 in Charlevoix-Est. The proportion of women is 56.5 % in Les Maskoutains and 71.1 % in Charlevoix-Est. Age ranges from 21 to 73 years old and the average is the same in both regions (45 years old). A slightly higher proportion of respondents have children in Charlevoix-Est (80.3 %) than in Les Maskoutains (71.8 %). Participants from Les Maskoutains live mostly outside the rural area (28.2 % in urban and 23.5 % in periurban areas), whereas participants from Charlevoix-Est live mainly in rural areas (68.4 %). In Les Maskoutains, 36.5 % of participants have completed a university degree, and a similar proportion has graduated from college (37.6 %).

Table 5.2. Sociodemographic profile of the respondents.

	Charlevoix-Est (n=76) %	Les Maskoutains (n=85) %	Total (n=161) %
Gender			
Men	26.3	34.1	42.2
Women	71.1	56.5	55.3
Other/not specified	2.6	2.4	2.5
Age			
Mean (years)	45.0	45.0	45.0
Parenthood			
Yes	80.3	71.8	75.8
No	18.4	21.2	19.9
No answer	1.3	7.1	4.3
Place of residence			
Urban	23.7	28.2	26.1
Periurban	6.6	23.5	15.5
Rural	68.4	41.2	54.0
No answer	1.3	7.1	4.3
Education			
High school	5.3	8.2	6.8
Professionnal formation	17.1	10.6	13.7
Collegial diploma	26.3	37.6	32.3
Undergraduate degree	31.6	20.0	25.5
Graduate degree	18.4	16.5	17.4
No answer	1.3	7.1	4.3
Attitude toward the environment¹			
Ecocentric	81.0	82.7	81.8
Apathetic	19.0	16.0	17.5
Anthropocentric	-	1.3	0.7
Employment sector			
Education	44.7	12.9	28.0
Administration	11.8	22.4	17.4
Urban planning	6.6	1.2	3.7
Agriculture	-	12.9	6.8
Forestry	5.3	-	2.5
Civil engineering	1.3	-	0.6
Municipal services	5.3	10.6	8.1
Recreation	3.5	2.4	1.2
Computer technicians	1.3	3.5	2.5
Human resources	2.6	5.9	4.3
Retired	3.5	5.3	4.3
Others / no answer	15.8	24.7	20.5
Prior knowledge on agroforestry systems			
Yes	11.8	28.2	23.0
No	75.0	67.1	68.3
Unsure	10.5	-	7.5
No answer	2.6	4.7	1.2

¹ Attitude toward the environment was calculated following the method given by Benjamin et al. (2007).

In Charlevoix-Est, participants have a higher level of education, as 50.0 % of participants have completed a university degree, and 43.4 % obtained a collegial diploma. A higher proportion of respondents from Les Maskoutains knew about agroforestry intercropping systems before the study than in Charlevoix-Est (28.1 % vs. 11.8 %), probably due to the presence of a higher number of agroforestry technical advisors in the region. A very high proportion of respondents have a predominant ecocentric attitude toward the environment in both regions (81.0 % and 82.7 %), possibly due to the sampling method (ecocentric people were probably more likely to participate than others) (Dearden 1985). The number of apathetic respondents is also similar (16.0 % and 19.0 %), while the anthropocentric attitude is marginal among respondents.

The profiles of participants by region differ from the regional population profiles retrieved from the national statistic bank (Statistics Canada 2017ab). Our samples comprise more women, more rural residents, and show higher education levels. This distinction confirms that our samples are not representative of the larger population and that our results can't be generalized.

5.3.2. Effect of individual characteristics on visual appreciations

Table 5.3 shows the effect of region, gender, age, parenthood, place of residence, education level, and attitude towards the environment on the visual assessments of the 12 landscape scenarios.

The multivariate analysis showed no significant effect of any of the individual characteristics tested. These results partly confirm our first hypothesis assuming no effect of age, gender, and parenthood on landscape appreciation, but contradict our assumption that the impact of region, place of residence and attitude towards the environment would be significant.

Table 5.3. Effect of sociodemographic characteristics on visual appreciations.

Characteristics	DF	Mean Square	F Value	P Value
Sex	1	0.32270969	0.16	0.6887
Age	1	0.17577154	0.09	0.7675
Parenthood	1	0.17869097	0.09	0.7656
Place of residence	2	2.90732113	1.45	0.2378
Education level	4	1.73503623	0.87	0.4860
Ecocentric attitude	1	3.80549785	1.90	0.1703
Apathetic attitude	1	0.17973602	0.09	0.7650
Anthropocentric attitude	1	0.51225638	0.26	0.6139

DF: Degrees of freedom, $\alpha=0.05$.

5.3.3. Effect of region and landscape design on visual assessments

The effect of region, landscape design, and their interaction on the mean appreciation estimates of the 12 landscapes are presented in Table 5.4. The landscape design is the only fixed effect having a significant impact on visual assessment ($F = 1.38$, P Value $< .0001$). The region has no significant influence on landscape appreciation, which means that people coming from contrasted agricultural areas have similar appreciations of the same landscapes.

Table 5.4. Effect of region, land-use and their interaction on the ratings of the 12 landscapes.

Effect	Num DF	Den DF	F Value	P Value
Region	1	158	0.69	0.4081
Land-use	11	147	6.25	<.0001
Region*Land-use	11	147	1.38	0.1861

Num DF: degrees of freedom of the numerator; Den DF: degrees of freedom at the denominator. Bold indicate a significative p value at $\alpha = 0.05$.

Table 5.5 presents the results of the protected LSD test grouping the 12 landscapes following their mean visual assessment estimates. The estimates calculated for the 12 landscape designs

are quite similar, ranging from 6.2941 (lowest score) to 7.1213 (highest rating). Although the LSD test reveals significant differences between scores, these statistical differences rely on relatively small score variations.

Table 5.5. Comparison of the estimated mean rating of the 12 landscapes.

Rank	Landscapes	Mean rating	
1	Hay	7.1213	a
2	Herb fallow	6.9609	a b
3	Deciduous	6.9484	a b c
4	MxSh15	6.6585	b c d
5	Mx30	6.6030	b c d
6	MxSh30	6.5869	c d
7	Mx15	6.5194	d e
8	Shrub fallow	6.4835	d e
9	M15	6.4231	d e
10	Conifer	6.3317	d e
11	M30	6.3302	e
12	Corn	6.2941	d e

Landscapes with the same letters are not statistically different according to the protected LSD test ($\alpha = 0.05$, $LSD = 0.3644$). M15: Monospecific AIS design, 15 m row width. M30: Monospecific AIS design, 30 m row width. Mx15: Mixed tree species, 15 m row width. Mx30: Mixed tree species, 30 m row width. MxSh15: Mixed tree species with shrubs AIS design, 15 m row width. MxSh30: Mixed tree species with shrubs AIS design, 30 m row width.

The hay field has the highest appreciation, with an estimated mean of 7.1213. This score is significantly higher than the ratings given to all the other landscape scenarios (including all the agroforestry designs), excepted the herbaceous fallow (6.9609) and the deciduous forest (6.9484) (group a).

Two landscapes featuring AIS (MxSh15 and Mx30) are as appreciated as the landscapes presenting the deciduous forest and the herbaceous fallow (group b). On the other hand, MxSh15 and Mx30 do not significantly differ from the less appreciated scenarios (shrub

fallow, conifer and corn field, group d) and the other landscapes featuring AIS, excepted M30 (group e).

Landscape appreciations were highly dispersed (fig. 5.3), as all landscapes, except one, were rated from 1 to 10.

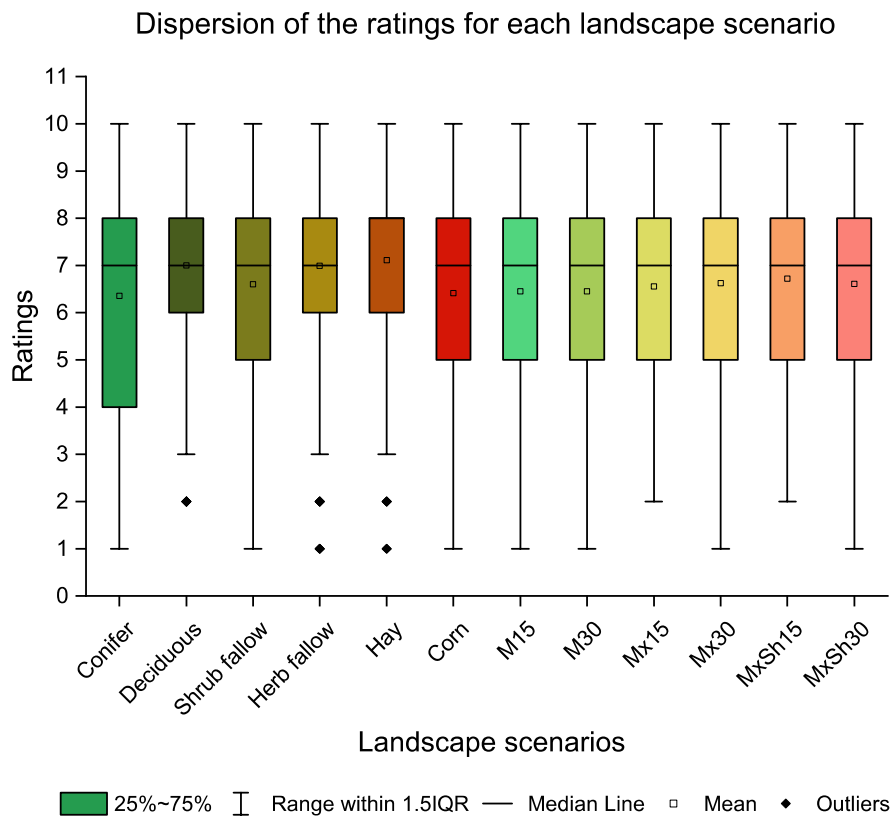


Figure 5.3. Box plot showing the dispersion of the ratings of the 12 landscape scenarios. IQR: Interquartile range. White boxes present the landscapes featuring common land-uses and gray boxes present the landscapes featuring AIS. M30: Monospecific, 30 m row width. Mx15: Mixed tree species, 15 m row width. Mx30: Mixed tree species, 30 m row width. MxSh15: Mixed tree species with shrubs, 15 m row width. MxSh30: Mixed tree species with shrubs, 30 m row width.

These results highlight that landscape scenarios featuring AIS are visually assessed similarly to most landscapes featuring common land-uses, excepted for the hay field scenario that is more appreciated. Our second hypothesis is thus invalidated.

5.3.4. Influence of AIS features on landscape appreciation

The analysis of the effect of region, tree diversity, and row spacing on the visual assessment of the six landscapes featuring AIS reveals that the interaction region*diversity*spacing is significant at $\alpha = 0.05$ level (F Value 3.39, $Pr > F = 0.0362$) (Table 5.6). The triple interaction means that the effect of one single factor can't be isolated from the combined effects of the other factors. The intertwined influence of these elements confirm that the visual appreciation of landscapes featuring AIS is highly complex. The Tukey grouping tests comparing the mean visual appreciation estimates of the six landscapes featuring AIS were consequently performed considering this triple interaction.

Table 5.6. Type 3 tests of the significance of region, tree diversity, row spacing and their interactions on the mean rating of the six landscapes featuring AIS.

Effect	<i>F</i> Value	<i>P</i> Value
Region	0.18	0.6737
Tree diversity	5.04	0.0076
Region * Tree diversity	0.48	0.6180
Row spacing	0.11	0.7435
Region * Row spacing	0.02	0.8968
Tree diversity * Row spacing	0.85	0.4302
Region* Tree diversity * Row spacing	3.39	0.0362

Bold indicates a significant P value at $\alpha = 0.05$.

The comparison of the landscapes featuring AIS by region confirms that M30 is the less appreciated AIS design in both regions (fig. 5.4).

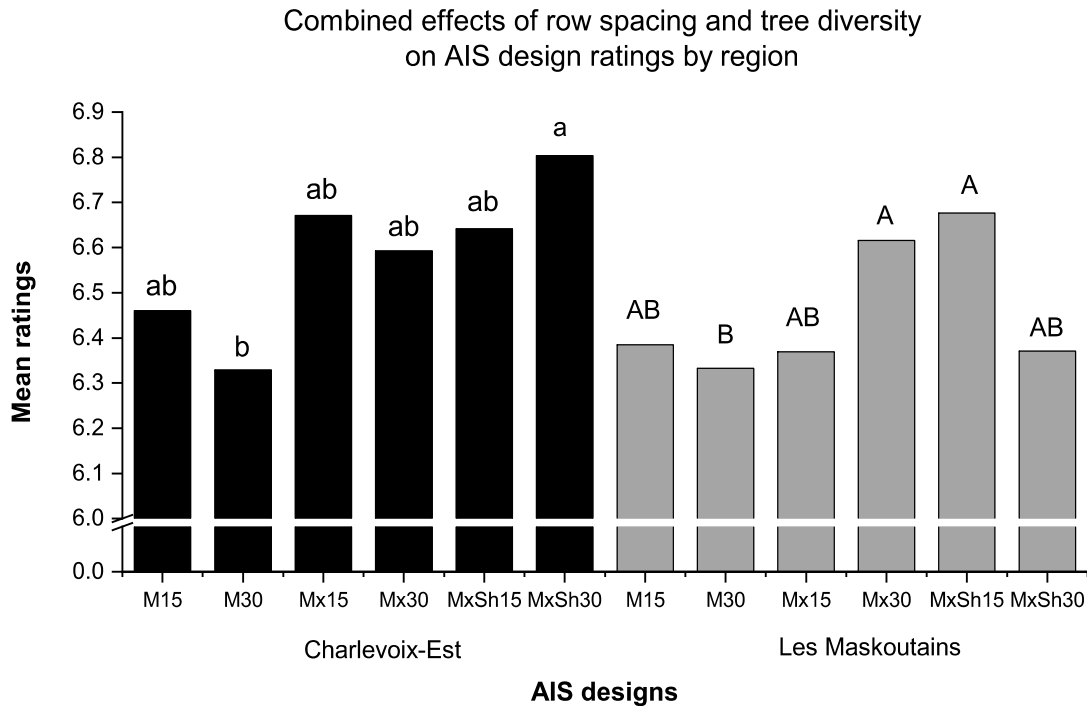


Figure 5.4. Combined effects of row spacing and tree diversity on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS designs by region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains). M15: Monospecific, 15 m row width. M30: Monospecific, 30 m row width. Mx15: Mixed tree species, 15 m row width. Mx30: Mixed tree species, 30 m row width. MxSh15: Mixed tree species with shrubs, 15 m row width. MxSh30: Mixed tree species with shrubs, 30 m row width. Mean landscape ratings with the same letters (a,b) within each region are not statistically different (Tukey test, $\alpha=0.05$). M30 and Mx30 are also significantly different in Charlevoix-Est. MxSh15 and MxSh30 are also significantly different in Les Maskoutains.

In Charlevoix-Est (agricultural decline context), the Mx30 and the MxSh30 are the only scenarios significantly more appreciated than the M30 design. However, in Les Maskoutains, M30 is as appreciated as the MxSh30, but significantly less valued than the Mx30 and the MxSh15.

The effect of row spacing on visual appreciation changes with region and tree diversity (fig. 5.5).

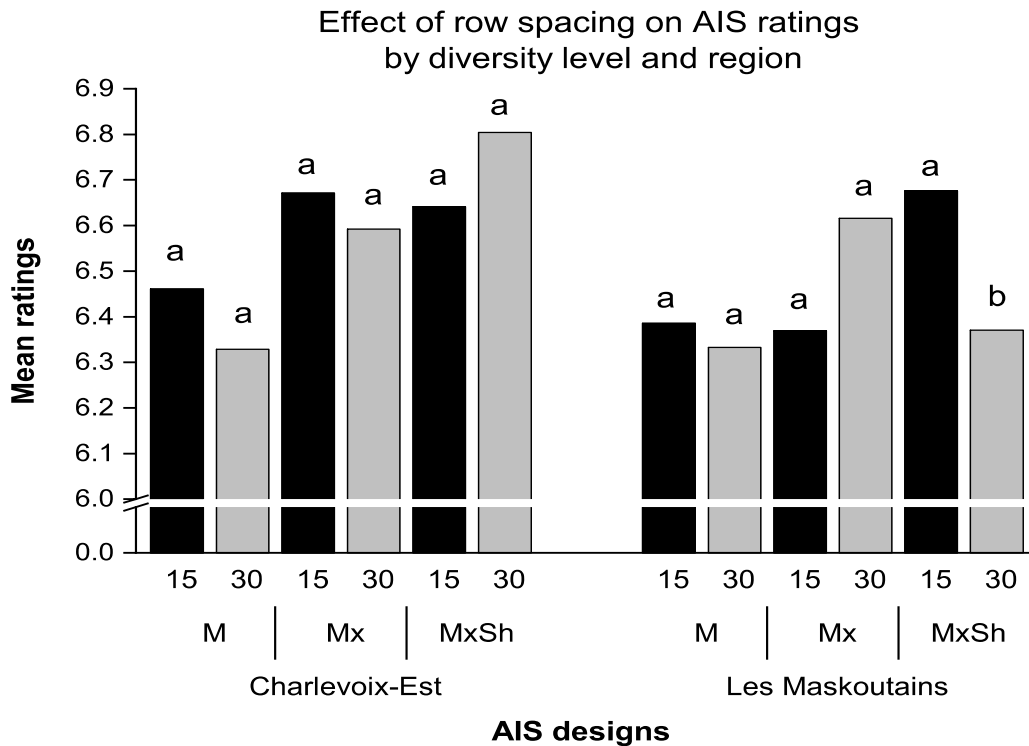


Figure 5.5. Effect of row spacing (15 m and 30 m) on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS by tree diversity level and region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains). M: Monospecific. Mx: Mixed tree species. MxSh: Mixed tree species with shrubs. Mean landscape ratings with the same letters (a,b) within each tree diversity level within each region are not statistically different (Tukey test, $\alpha=0.05$).

In Charlevoix-Est, row spacing has no impact on visual appreciation, regardless of tree diversity. In Les Maskoutains, row spacing has a significant impact on the AIS featuring mixed trees and shrubs, the 15 m spacing (6.6760) being preferred to the 30 m spacing (6.3706).

Similarly, the influence of tree diversity depends on region and row spacing (fig. 5.6).

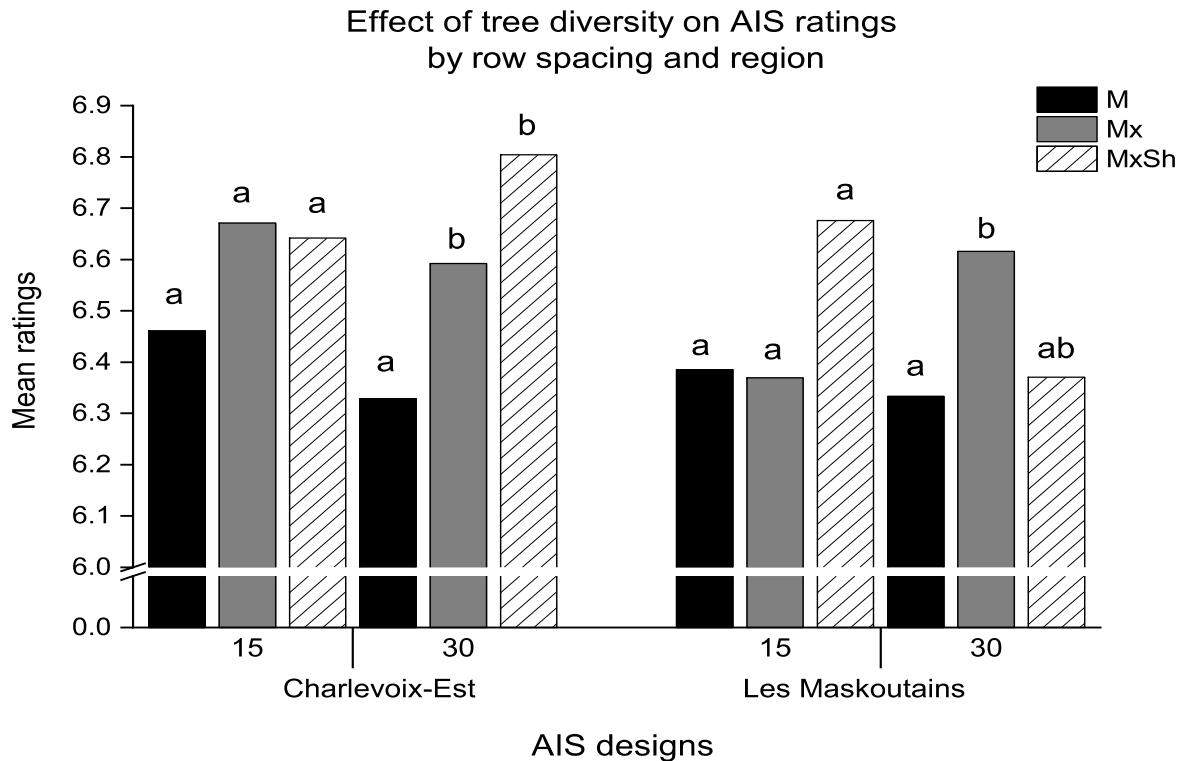


Figure 5.6. Effect of tree diversity on the mean ratings of the six landscapes featuring AIS by row spacing and region (Charlevoix-Est and Les Maskoutains). M: Monospecific. Mx: Mixed tree species. MxSh: Mixed tree species with shrubs. Mean visual appreciation estimates with the same letter for each row spacing in each region are not significantly different ($\alpha=0.05$). Mean landscape ratings with the same letters (a,b) for each row spacing level within each region do not show statistically significant differences (Tukey test, $\alpha=0.05$). M: Monospecific. Mx: Mixed tree species. MxSh: Mixed tree species with shrubs.

5.3.5. Reasons underlying landscape appreciations

A total of 688 comments on the reasons underlying visual appreciations were collected, of which 634 were kept for the analyses. Some answers contained multiple reasons justifying appreciation (positive, negative, or both), for a total of 702 elements analyzed and categorized under five main categories (Table 5.7).

Table 5.7. Classification of the reasons of (un)appreciation stated by participants, their definition in the context of the study and illustrative examples.

Categories and subcategories	Definition given in the context of the study	Illustrative ideas expressed in the substatements	
		Appreciation (+)	Unappreciation (-)
Aesthetic values			
<i>Global scenery¹</i>	Refers to the global visual character of the landscape, or to an aspect not related to the land-use presented in the landscape	<i>View, openness, light, nature's greatness, harmony, mountain</i>	<i>Landscape closure, darkness, homogeneity</i>
<i>Natural features</i>	Refers to one specific visual element of the land-use presented in the landscape	<i>Field, trees, fruits, flowers, vegetation, colors</i>	<i>Lack of colors, lack of trees</i>
<i>Human features</i>	Refers to human-made, not natural arrangements	<i>Tree lines, symmetry, linearity, geometry</i>	<i>Tree lines, pruned trees, linearity, lack of naturality</i>
Sense of place	Refers to emotions and impressions expressing the singularity of the landscape	<i>Mystery, quietness, peace, familiarity, memories</i>	<i>Ordinariness</i>
Recreation and health	Refers to recreational activities or to elements affecting health or well-being (sensations)	<i>Walking, relaxation, human health, hunting, bird watching, odors, sounds, protection (shelter)</i>	<i>Inaccessibility, heat, mosquitoes, allergies</i>
Production	Refers to the products obtained from the landscape or to its global productivity	<i>Production of edible crops and fruits, productivity, food security, wood production</i>	<i>Unproductiveness, abandonment, lack of diversity, uselessness</i>
Conservation	Refers to biodiversity conservation and environmental protection	<i>Environmental protection, biodiversity, good for animals</i>	<i>Bad environmental practices, lack of biodiversity (monocropping)</i>

¹ Subcategories are presented in italic.

The reasons for appreciation and unappreciation did not show any strong differences between regions, which corroborates the non-significant impact of region on landscape appreciations in this study.

Table 5.8 presents the frequency of the reasons stated by participants to justify their (dis)appreciation of the five landscape scenarios. The landscape presenting the herbaceous fallow has the highest proportion of positive statements (78.9 %). This landscape is mostly appreciated for its aesthetic (54.0 %), especially its global scenery (47.8 %) and sense of place (14.9 %): *“It’s open, natural, spacious”* (Participant No. 93, rating: 7/10), *“It evokes liberty, the accessibility to something greater than us”* (Participant No. 14, rating: 10/10).

The comments on the conifer plantation are highly polarized, with almost equal proportions of positive (57.7 %) and negative (42.3 %) substatements. Positive comments highlighted its naturalness and the sense of place: *“It’s 100 % natural (...) and there’s this mysterious call from the forest in the background”* (Participant No. 126, rating: 9/10). Negative appreciations were mainly linked to its darkness, its homogeneity and its ordinariness: *“It’s too dark”* (Participant No. 89, rating: 6/10). *“It reminds me the landscapes we see along the highway. Boring”* (Participant No. 68, rating: 5/10).

The comments collected on the landscapes featuring the Mx15 and the MxSh15 designs present strong similitudes. The substatements collected for each of these landscapes are distributed in very similar proportions within the thematic categories and between the positive and negative categories (Table 8). The main reasons for appreciating these landscapes are their natural features (22.7 % and 22.6 %, respectively), followed by the global scenery (16.8 % and 12.4 %, respectively): *“I like the colors brought by the shrubs”* (MxSh15, Participant No. 9, rating: 9/10). *“It’s green, calm, there’s an interesting visual perspective”* (Mx15, Participant No. 152, rating: 9/10). For the M30 design, these categories are also the two most frequently stated, but the global scenery subcategory (17.0 %) outclasses the natural features category (13.0 %).

Table 5.8. Distribution of the substatements of appreciation (+) and unappreciation (-) in each category for each landscape.

Landscape scenario	Herb Fallow		Conifer		M30		Mx15		MxSh15	
Mean assessment	6.9609		6.3317		6.3302		6.5194		6.6585	
Number of substatements	n = 161		n = 137		n = 100		n = 185		n = 177	
Appreciation (+) / Unappreciation (-)	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Categories and subcategories										
Aesthetics	54.0	13.7	36.5	23.4	33.0	49.0	42.7	35.7	42.3	36.8
<i>Global scenery</i>	47.8	1.2	24.8	20.4	17.0	7.0	16.8	11.9	12.4	6.2
<i>Specific natural features</i>	6.2	12.4	11.7	0.7	13.0	2.0	22.7	0.0	22.6	4.0
<i>Human features</i>	0.0	0.0	0.0	2.2	3.0	40.0	3.2	23.8	7.3	26.6
Sense of place	14.9	0.0	11.7	5.8	3.0	0.0	10.8	0.0	6.2	0.0
Recreation and health	2.5	0.0	2.9	1.5	3.0	0.0	2.2	0.0	2.8	0.0
Production	1.2	7.5	0.0	9.5	0.0	8.0	3.2	0.5	3.4	1.2
Conservation	6.2	0.0	6.6	2.2	0.0	4.0	3.8	1.1	5.0	2.3
TOTAL	78.9	21.1	57.7	42.3	39.0	61.0	62.7	37.3	59.7	40.3

Conifer: Conifer plantation. Herb fallow: herbaceous fallow. M30: Monospecific AIS design with 30 m row width. Mx15: Mixed tree species AIS design with 15 m row width. MxSh15: Mixed tree species with shrubs AIS design with 15 m row width. ^a The subcategories and their frequency are presented in gray italic.

The proportion of positive substatements related to the other categories does not show strong differences between the Mx15 and the MxSh15 (20.0 % and 17.6 %), but is lower for M30, accounting for only 6.0 % of the substatements collected.

From the three landscapes featuring AIS scenarios (M30, Mx15 and MxSh15), the M30 differs from the others as most of the comments related to this landscape stated reasons for unappreciation (61.0 %), while negative elements were less frequently stated for the Mx15 (37.3 %) and MxSh15 (40.3 %) (Table 5.8). Despite this difference, human features figure, for these three landscapes, as the most frequently stated reason for unappreciation, with frequencies varying from 23.8 % to 40.0 % (Table 5.8). The comments were, on this specific aspect, rather unequivocal: *"It looks too geometrical, like it has been man-made"* (M30, Participant no. 13, rating: 2/10). *"Trees are aligned in parallel rows and it's not natural. We can see that man has planted these trees"* (Participant No. 29, rating: 4/10).

As the unappreciated human features equaled or outclassed the most frequent reasons for appreciation for each landscape (Table 5.8), it clearly appears that human features (aligned rows, artificiality, symmetry) attenuated the positive impact of the AIS natural features (mainly the trees and the shrubs), as the comments written by participants show : *"I like the trees, but not when they are aligned. It's not natural"* (Mx15, Participant No. 4, rating: 5/10). *"What's keeping me from giving a 10/10, it's the trees planted in equally distanced rows"* (M30, Participant No. 111, rating: 7/10). *"I love the trees and the shrubs, but it's too linear"* (MxSh15, Participant No. 6, rating: 7/10). These comments strongly suggest that the typical alignment of trees and shrubs in AIS may have negatively influenced their overall ratings by participants.

Globally, the comments reveal that all landscapes were mainly rated upon their aesthetic value, that the functions or sense of place associated to landscapes only slightly influenced their appreciation, and that the main difference between the appreciation of landscapes featuring AIS and common land-uses lied in their negatively perceived tidy design.

5.4. Discussion

By investigating the reasons underlying landscape appreciation and the influence of sociodemographic and AIS design variables on this appreciation, we aimed at revealing how AIS would socially fit, from the point of view of the residents, in rural landscapes facing agricultural intensification and agricultural decline. We will first discuss the results obtained in regards of the specific objectives of the study and then open the discussion on the landscape social coherence of AIS in areas of agricultural intensification and agricultural decline, while reflecting on the limitations and perspectives of our study.

5.4.1. *Effect of sociodemographic variables*

None of the sociodemographic variables tested in our study had a significant impact on the visual assessments of the landscapes at a regional level, which contradicts our first hypothesis. Our results support previous studies showing no effect of sociodemographic variables on landscape appreciation (Düzgünes and Demirel 2015, Smith et al. 2018). However, our results contradict earlier studies conducted in nearby areas that showed that the place of residence and the attitude towards the environment had a significant impact on the visual assessment and perceptions of fallows and agricultural lands (Benjamin et al. 2007). Possible explanations might lie in the high severity of the statistical tests we used, which could have impaired the detection of more subtle effects of these variables, or in the homogeneity of our samples, especially regarding the attitude towards the environment (Patton 2015). Hence, a better understanding of the impact of sociodemographic variables on landscape appreciation would require larger and more representative regional samples.

In the light of the clearly contrasted landscape perceptions revealed by the high rating disparity (fig. 5.3) and the comments, which supports previous findings unveiling contrasted landscape preferences among residents of the same rural areas (Ruiz and Domon 2012), future research should focus on the preferences revealed by various social groups to capture the variability of landscape perceptions within regions, get a better picture of potentially conflicting preferences and guide landscape planning processes toward their attenuation or

resolution to optimize their coherence (Burton 2012, Howley 2011, Matloch 2018, Reed et al. 2014).

5.4.2. The global appreciation of landscapes featuring common land-uses and AIS

Apart from the hay field, landscapes featuring AIS and other land-uses were not statistically rated differently by respondents, and no regional differences on landscape assessments could be captured, which inquired our 2nd hypothesis. As underlined before, the complex and hilly background of the baseline picture might have attenuated the impact of some land-uses (common and AIS) on landscape appreciation (Arriaza et al. 2004). Other landscapes featuring more diversified backgrounds should be further tested to confirm this assumption.

The effect of the integration of linear agroforestry systems on landscape appreciation was found positive in degraded or simplified landscapes featuring a somehow flat topography (Grala et al. 2010, Franco et al. 2003). The positive effect of the integration of trees in these landscapes might have had a greater impact on aesthetics by highly increasing the landscape complexity, known as one major characteristic influencing appreciation (Kaplan and Kaplan 1989). By investigating the effect of AIS on the appreciation of landscapes featuring already appreciated features (hills and natural background), we covered the other side of the story. Our results revealing that AIS do not significantly alter the appreciation of appreciated landscapes thus open the door for AIS integration in a wide range of landscape settings, and not only in degraded landscapes.

Our results temper previous studies conducted with farmers and rural stakeholders in Québec (Laroche et al. 2019), United States (Grala et al. 2010, Workman et al. 2003) and Europe (García de Jalón et al. 2017, Graves et al. 2010) which concluded that agroforestry systems increased landscape aesthetics. As Burton (2004, 2012) and other scholars (Burel and Baudry 1995, Brush et al. 2000, Rogge et al. 2007, Surová and Pinto-Correia 2008) pointed out, farmers generally prefer tidiness over naturalness, while rural populations generally show opposite preferences. Our results thus seem coherent with these findings and remind the

importance to delve into the preferences of various rural groups to get a complete picture of the social impact of AIS in landscapes (Ruiz and Domon 2012).

The similar mean ratings observed across the two agricultural settings (intensification and decline) tend to confirm that the main agricultural dynamic observed within a region is not a factor strongly driving landscape preferences (Filova et al. 2015). Future research should sound this aspect further with, for example, in-depths interviews with rural residents, or by using larger scale, more contextualized landscape scenarios that would illustrate more accurately the impact and the contrast brought by the introduction of AIS in intensified and declining agricultural landscapes.

5.4.3. The effect of AIS diversity and row spacing on appreciation

Although we confirmed that tree row and diversity influence AIS appreciation (3rd hypothesis), their intertwined and different effects from one region to another were unexpected. The need for agricultural practices enhancing conservation might be a reason explaining the preference for a highly diversified and dense AIS (MxSh15) by respondents from the intensified agricultural context (Les Maskoutains), a hypothesis supported by the comments revealing the conservation function of this landscape as a reason for appreciation. In Charlevoix-Est, where forest cover is high and agriculture less prominent, the MxSh30 might have been more appreciated than the other designs because the shrubs increase its aesthetic value while keeping the agricultural component visible, in line with the reflections of rural stakeholders in this area (Laroche et al. 2019).

The globally higher appreciations associated to the most diversified AIS designs (mixed tree species and shrubs), although not statistically significant, is similar to previous findings that showed the positive impact of shrubs on agroforestry system appreciation (Grala et al. 2010). The negative effect of a monospecific tree composition on appreciation had never been highlighted before, even in studies conducted on monospecific systems (García de Jalón et al. 2017, Surová et al. 2011), and is thus another important finding of this research. The

negative impact of tree rows revealed in the comments is also new to the literature on agroforestry system perceptions, although not new to the literature on landscape preferences which underlined that too much organization is detrimental to landscape appreciation (Falk and Balling 2010, Karasov et al. 2020).

5.4.4. Implications for a socially coherent integration of AIS in rural landscapes

Our study confirmed that AIS do not significantly alter the global appreciation of rural landscapes by residents. Consequently, it could be assumed that, at this level, landscapes with AIS would not be less socially coherent for rural residents than the other landscapes commonly found in their living areas.

However, the linear design seems to be an incoherent feature of the AIS for rural residents. In Québec, for historical, political and social reasons, trees were and are still associated to wilderness and naturality in the public representations (Brisson 2006, Flamand-Hubert 2015). The activities of the private forest owners in the rural ecumene reflect these representations as the management of their woodlot is increasingly oriented towards environmental conservation and recreation over wood production (Côté et al. 2015). Associated to nature, wilderness and recreation, trees seem to oppose to the organized, controlled world (Brisson 2006) featuring regular patterns. Hence, associating an artificial, controlled linear pattern to elements (trees and shrubs) belonging in the social representations to nature and wilderness might have appeared as “cognitively dissonant” for rural residents, and might have impaired the social coherence of AIS. Choosing AIS designs that optimize naturalness would probably attenuate the “linear” effect and enhance the social coherence of these systems within landscapes for rural residents (Grala et al. 2010), but this would have to be confirmed in each regional context. The perception of tree rows may also evolve toward increased appreciation over time, as landscape perceptions coevolve with land-uses (Burel and Baudry 1995, Sayer et al. 2013).

Despite their perceived artificiality, rows probably remain one of the most coherent option to reintegrate trees within agricultural systems in Québec. First, because rows are particularly well-suited to the dominant land division pattern that separates agricultural plots into long and narrow strips of lands (MAPAQ 2017). Second, because linear designs can be more easily adapted to highly intensive and mechanized agricultural systems than other more “chaotic” designs (Garrett et al. 2009). They could also better fit the need of pair recognition of farmers, strongly associated to the landscape tidiness (Burton 2004, 2012). Despite possible conflicting perceptions, keeping trees in line might stand as a necessary concession to enable the integration of trees within productivist agricultural models, while a more “chaotic” spatial organization of trees within farming systems might be more adapted to other agricultural models based on agroecological principles (Wezel et al. 2014).

The potential impact of AIS on the social coherence of rural landscapes would be better understood with further research not only on the perceptions of these land-uses by different social groups, but also on the influence of other AIS features (cover crop, tree pruning) and their evolution over time (seasonal changes, tree growth) (Grala et al. 2010). Studies comparing their impact at different scales or from different points of view could also complete this portrait (Franco et al. 2003).

Our study covered only one dimension among many of the landscape social coherence of AIS. The complete assessment of landscape social coherence would require the investigation of other dimensions, such as historical, cultural and policy aspects, as they are important social dimensions influencing the global evolution and coherence of landscapes in time (Benjamin et al. 2009).

5.5. Conclusion

Our study shed light on the social impact of the integration of agroforestry intercropping systems (AIS) in rural landscapes. Globally, visual assessments revealed that landscapes featuring AIS were appreciated similarly to landscapes featuring forested, abandoned or

cultivated land-uses by rural residents, independently from their sociodemographic profile or the agricultural dynamic (intensification or decline) observed in their living area. Our results indicate that the integration of AIS seems to fit with the social context of these rural landscapes, and consequently that AIS might be socially coherent features for residents of contrasted rural areas in Québec. The studied AIS design features (row spacing and diversity) showed an influence on landscape appreciation, but since their effects are inconsistent between regions of agricultural decline and intensification, our study advocates for context-based recommendations on AIS designs to optimize their coherence with the social dimensions of these landscapes. The negative impact of the tree rows on AIS appreciation is one major finding of our study, and since the linearity could be a potential conflicting feature between farmers and residents, our study underlines the importance of investigating the perceptions of various social groups and advocates for the use of dialectic approaches to landscape planning to optimize the landscape social coherence of agroforestry intercropping systems among groups and within different contexts (Sayer et al. 2013). Multidisciplinary and integrated approaches covering other social aspects, including policy implications, might be required to get a better understanding of the global context influencing the potential contribution of AIS to the social coherence of landscapes and, ultimately, contribute, along with their ecological impacts, to landscape sustainability (Arts et al. 2017, Partelow 2018, Reed et al. 2014).

Acknowledgments

The authors thank the residents from Les Maskoutains and Charlevoix-Est for their participation, and all the public and private institutions who helped in the recruitment phase. We are grateful to Phyto-Design for their help with the photomontages and to Mamadou Yauck for statistical analysis advising. We also thank the reviewers for their insightful comments which contributed to improve this paper. This research was partly funded by Agri-Food and Agriculture Canada and benefited from the financial support of the Canadian Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) and the EDS Institute of Université Laval.

References

- Angelstam P, Munoz-Rojas J, Pinto-Correia T (2019) Landscape concepts and approaches foster learning about ecosystem services. *Landscape Ecology* 34: 1445–1460. DOI: 10.1007/s10980-019-00866-z
- Antrop M (2000) Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 77: 17-28. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00089-4
- Antrop M (2005) Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning* 70: 21-34. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.10.002.
- Arriaza M, Cañas-Ortega JF, Cañas-Madueño JA, Ruiz-Aviles P (2004) Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 69: 115–125. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.10.029
- Arts B, Buizer M, Horlings L, Ingram V, van Oosten C, Opdam P (2017) Landscape Approaches: A State-of-the-Art Review. *Annual Review of Environment and Resources* 42: 439–463. DOI: 10.1146/annurev-environ-102016-060932.
- Barrière O, Prost C, Ravena-Cañete V, Douzal V, Fargette M, Aubin JP (2019) Introductory Chapter: An Interweaving to Be Formalized, the Biosphere Faced with the Relationship Between the Human and the Non-human. In: Barrière O. et al. (eds) *Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-78497-7_1
- Benjamin K, Bouchard A, Domon G (2007) Abandoned farmlands as components of rural landscapes: An analysis of perceptions and representations. *Landscape and Urban Planning* 83: 228-244. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.04.009
- Bergeron M, Lacombe S, Bradley RL, Whalen J, Cogliastro A, Jutras MF, Arp P (2011) Reduced soil nutrient leaching following the establishment of tree-based intercropping systems in eastern Canada. *Agroforestry Systems* 83: 321–330. DOI: 10.1007/s10457-011-9402-7
- Berkes F, Colding J, Folke C (2002) Introduction. In Berkes F, Colding J, Folke C (eds.) *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change* (pp. 1-30). Cambridge: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511541957.003
- Bradley R, Olivier A, Thevathasan N, Whalen J (2008) Environmental and economic benefits of tree-based intercropping systems. *Policy Options* 29: 46-49. Disponible en ligne à <https://policyoptions.irpp.org/magazines/the-dollar/environmental-and-economic-benefits-of-tree-based-intercropping-systems/>. Document consulté le 26 avril 2020.

- Brisson G (2006) L'homme des bois d'Anticosti. La figure du guide de chasse et les conceptions sociales de la forêt québécoise. *Revue d'histoire de l'Amérique française* 60: 163-189. DOI: 10.7202/014598ar
- Brush R, Chenoweth RE, Barman T (2000) Group differences in the enjoyability of driving through rural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 47: 39–45. DOI: 10.1016/S0169-2046(99)00073-0
- Bryant CR (1984) The recent evolution of farming landscapes in urban-centered regions. *Landscape Planning* 11: 307–326. DOI: 10.1016/0304-3924(84)90027-3
- Burel F, Baudry J (1995) Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning* 33: 327–340. DOI: 10.1016/0169-2046(94)02026-C
- Burton RJF (2004) Seeing through the ‘good farmer’s’ eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of ‘productivist’ behaviour. *Sociologia Ruralis* 44(2): 195–216. DOI: 10.1111/j.1467-9523.2004.00270
- Burton RJF (2012) Understanding Farmers' Aesthetic Preference for Tidy Agricultural Landscapes: A Bourdieusian Perspective. *Landscape Research* 37: 51-71. DOI: 10.1080/01426397.2011.559311
- Carvalho-Ribeiro SM, Lovett A (2011) Is an attractive forest also considered well managed? Public preferences for forest cover and stand structure across a rural/urban gradient in northern Portugal. *Forest Policy and Economics* 13(1): 46-54. DOI: 10.1016/j.forpol.2010.09.003
- Carvalho-Ribeiro S, Paracchini ML, Schüpbach B, Ode Sang A, Vanderheyden V, Southern A, Jones P, Contreras B, Riordan T (2016) Assessing the ability of rural agrarian areas to provide cultural ecosystem services (CES): a multi scale social indicator framework (MSIF). *Land Use Policy* 53: 8–19. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.04.024
- Concu N, Atzeni G (2012) Conflicting preferences among tourists and residents. *Tourism Management* 33: 1293-1300. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.12.009
- Côté MA, Gilbert D, Nadeau S (2015) Characterizing the profiles, motivations and behaviours of Quebec's forest owners. *Forest Policy and Economics* 59: 83-90. DOI: 10.1016/j.forpol.2015.06.004
- Dakin SL (2003) There’s more to landscape than meets the eye: towards inclusive landscape assessment in resource and environmental management. *The Canadian Geographer* 47: 185–200. DOI: 10.1111/1541-0064.t01-1-00003

- De Groot W, van den Born RJG (2003) Visions of nature and landscape type preferences: An exploration in The Netherlands. *Landscape and Urban Planning* 63(3): 127-138. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00184-6
- de Vaus D (2002) *Analyzing Social Science Data: 50 Key Problems in Data Analysis*. London: SAGE Publishing, 393 p.
- Dearden P (1985) Philosophy, theory and method in landscape evaluation. *The Canadian Geographer* 29: 263–265. DOI: 10.1111/j.1541-0064.1985.tb00371
- Dramstad WE, Tveit MS, Fjellstad WJ, Fry GLA (2006) Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and Urban Planning* 78(4): 465-474. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.12.006
- Düzgünes E, Demirel Ö (2015) Evaluation of rural areas in terms of landscape quality: Salacik Village (Trabzon/Turkey) example. *Environmental Monitoring Assessment* 187: 310. DOI: 10.1007/s10661-015-4544-0
- Falk JH, Balling JD (2010) Evolutionary influence on human landscape preference. *Environmental Behavior* 42: 479-493. DOI: 10.1177/0013916509341244
- Filova L, Vojar J, Svoboda K, Sklenicka P (2015) The effect of landscape type and landscape elements on public visual preferences: ways to use knowledge in the context of landscape planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 58: 2037-2055. DOI: 10.1080/09640568.2014.973481
- Flamand-Hubert M (2015) "L'homme en face d'une nature qui le repousse": forêt et territoire dans la littérature de la première moitié du XX^e siècle. *Histoire de l'Amérique française* 68: 301-324. DOI: 10.7202/014598ar
- Flint CG, Kunze I, Muhar A, Yoshida Y, Penker M (2013) Exploring empirical typologies of human–nature relationships and linkages to the ecosystem services concept. *Landscape and Urban Planning* 120: 208– 217. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.09.002
- Franco D, Franco D, Mannino I, Zanetto G (2003) The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: The role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and Urban Planning* 62: 119-138. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00127-5
- Frank S, Fürst C, Kschke L, Witt A, Makeschin F (2013) Assessment of landscape aesthetics—Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators* 32: 222–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026

- García de Jalón S, Burgess PJ, Graves A, Moreno G, McAdam J, Pottier E, Novak S, Bondesan V, Mosquera-Losada R, Crous-Durán J, Palma JHN, Paulo JA, Oliveira TS, Cirou E, Hannachi Y, Pantera A, Wartelle R, Kay S, Malignier N, Van Lerberghe P, Tsonkova P, Mirck J, Rois M, Kongsted AG, Thenail C, Luske B, Berg S, Gosme M, Vityi A (2017) How is agroforestry perceived in Europe? An assessment of positive and negative aspects among stakeholders. *Agroforestry Systems* 67: 29-50. DOI: 10.1007/s10457-017-0116-3
- Garrett HE, McGraw RL, Walter WD (2009) Alley Cropping Practices. In Garrett HE (eds). *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*, 2nd Edition. Madison: American Society of Agronomy, pp. 133-162.
- Görg C (2007) Landscape governance - The "politics of scale" and the "natural" conditions of places. *Geoforum* 38(5): 954-966. DOI: 10.1016/j.geoforum.2007.01.004
- Grala RK, Tyndall JC, Mize CW (2010) Impact of field windbreaks on visual appearance of agricultural lands. *Agroforestry Systems* 80: 411–422. DOI: 10.1007/s10457-010-9335-6
- Graves AR, Burgess PJ, Liagre F, Pisanelli A, Paris P, Moreno G, Bellido M, Mayus M, Postma M, Schindler B, Mantzanas K, Papanastasis VP, Dupraz C (2010) Farmer Perceptions of Silvoarable Systems in Seven European Countries. In: Rigueiro-Rodriguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds). *Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry*, vol 6. Springer, Dordrecht, DOI: 10.1007/978-1-4020-8272-6_4
- Graves AR, Burgess PJ, Liagre F, Dupraz C (2017) Farmer perception of benefits, constraints and opportunities for silvoarable systems: preliminary insights from Bedfordshire, England. *Outlook in Agriculture* 46: 74-83. DOI: 10.1177/0030727017691173
- Guimond L, Simard M (2010) Gentrification and neo-rural populations in the Québec countryside: Representations of various actors. *Journal of Rural Studies* 26: 449-464. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2010.06.002
- Harding SP, Burch SE, Wemelsfelder F (2017) The Assessment of Landscape Expressivity: A Free Choice Profiling Approach. *PLoS ONE* 12(1): e0169507. DOI: 10.1371/journal.pone.0169507
- Herzog TR, Herbert EJ, Kaplan, R, Crooks CL (2000) Cultural and developmental comparisons of landscape perceptions and preferences. *Environment and Behaviour* 32: 301–323. DOI: 10.1177/0013916500323002
- Howley P (2011) Landscape Aesthetics: Assessing the General Publics' Preferences towards Rural Landscapes. *Ecological Economics* 72: 161-169. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.09.026

- ISQ 2017a. 16 - Montérégie and its regional county municipalities (RCMs). Information capsule by RCM. Available online at : http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_16/region_16_00.htm. Accessed on July 27, 2018
- ISQ 2017b. 03 - Capitale-Nationale and its regional county municipalities (RCMs). Information capsule by RCM. Available online at: http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_03/region_03_00.htm. Accessed online on July 27, 2018
- Jose S (2009) Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems* 76: 1-10. DOI: 10.1007/s10457-009-9229-7
- Junge X, Schüpbach B, Walter B, Schmid B, Lindemann-Matthies P (2015) Aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland. *Landscape and Urban Planning* 133: 67–77. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.09.010
- Kaplan S, Kaplan S (1989) *The Experience of Nature: a Psychological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge
- Karasov O, Vieira AAB, Külvik M, Chervanyov I (2020) Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data. *Ecological Indicators* 111: 105973. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105973
- Katelborn BJ, Bjerke T (2002) Associations between environmental value orientations and landscape preferences. *Landscape and Urban Planning* 59: 1–11. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00243-2
- Kuiper J (1998) Landscape quality based upon diversity, coherence and continuity. *Landscape and Urban Planning* 43(1): 91-104. DOI: 10.1016/S0169-2046(98)00075-9
- Kuper R (2013) Here and gone: The Visual Effects of Seasonal Changes in Plant and Vegetative Characteristics on Landscape Preference Criteria. *Landscape Journal* 32: 1 65-78. DOI: 10.3368/lj.32.1.65
- Kuper R (2017) Evaluations of landscape preference, complexity, and coherence for designed digital landscape models. *Landscape and Urban Planning* 157: 407-421. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.09.002
- Laroche G, Domon G, Gélinas N, Doyon M, Olivier A (2019) Integrating agroforestry intercropping systems in contrasted agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders' perceptions. *Agroforestry Systems* 93: 947-959. DOI: 10.1007/s10457-018-0191-0

- Lescourret F, Madga D, Richard G, Baudry J, Doussan I, Dumont B, Lefèvre F, Litrico I, Martin-Clouaire R, Montuelle B, Pellerin S, Pantegenest M, Tancoigne E, Thomas A, Guyomard H, Soussana JF (2015) A social–ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 68–75. DOI: 10.1016/j.cosust.2015.04.001
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD, Schabenberger O (2006) SAS for mixed models. 2nd edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 814 p.
- Mander Ü, Uuemaa E, Roosaaare J, Aunap R, Antrop M (2010) Coherence and fragmentation of landscape patterns as characterized by correlograms: A case study of Estonia. *Landscape and Urban Planning* 94: 31-37. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2009.07.015
- MAPAQ - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2014). Les Maskoutains. Available online at <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/lamonteregie/MRCMaskoutains/Pages/mrcdesmaskoutains.aspx>. Accessed on October 23, 2019.
- MAPAQ - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2019). MRC de Charlevoix-Est. Available online at https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Capitale-Nationale/Fiche_MRC_Charlevoix-Est_accessible.pdf. Accessed on October 23, 2019.
- Matloch J (2018) The Assessment of German Cultural Landscapes: Evidence from Three Regions Located in the Metropolitan Area of Hamburg. Springer VS, 286 p. DOI: 10.1007/978-3-658-21416-6
- Nassauer JI (1988) The aesthetics of horticulture: Neatness as a form of care. *Horticultural Science* 23(6): 973–977. <http://hdl.handle.net/2027.42/49345>
- Naveh Z (2001) Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 57(3): 269-284. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00209-2
- Nederhof AJ (1985) Methods of coping with social desirability bias: A review. *European Journal of Social Psychology* 15(3): 263–280. DOI: 10.1002/ejsp.2420150303
- Ode A, Fry G, Tveit MS, Messenger P, Miller D (2009) Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of Environmental Management* 90: 375-383. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.10.013
- Oles T (2016) Wine trails as organizational pathway toward landscape coherence: the case of the Finger Lakes region, New York, USA. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 116(1): 24-32. DOI: 10.1080/00167223.2015.1111767

- Opdam P, Verboom J, Pouwels R (2003) Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. *Landscape Ecology* 18: 113-126. DOI: 10.1023/A:1024429715253
- Oreszczyn S, Lane A (2000) The meaning of hedgerows in the English landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management. *Journal of Environmental Management* 60: 101-118. DOI: 10.1006/jema.2000.0365
- Paquette S, Domon G (2003) Trends in rural landscape development and sociodemographic recomposition in southern Quebec (Canada). *Landscape and Urban Planning* 55: 215-238. DOI: doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00154-2
- Paquette S, Poullaouec-Gonidec P, Domon G (2009) Québec Landscape management guide: reading, understanding, and enhancing the landscape. Government of Québec, Québec, 98 p. Available at <https://www.mcc.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/guides/gestion-paysage-ANG.pdf>. Accessed on April 13th, 2020.
- Partelow S (2018) A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society* 23(4): 36. DOI: 10.5751/ES-10594-230436
- Patton MQ (2015) *Qualitative evaluation methods*, 4th edition. Thousand Oaks, California, SAGE Publications, Inc., 806 p.
- Rambonilaza M, Dachary-Bernard J (2007) Land-use planning and public preferences: What can we learn from choice experiment method? *Landscape and Urban Planning* 83: 318–326. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.05.013
- Reed J, Deakin L, Sunderland T (2014) What are ‘Integrated Landscape Approaches’ and how effectively have they been implemented in the tropics: a systematic map protocol. *Environmental Evidence* 4: 2. DOI: 10.1186/2047-2382-4-2
- Rigueiro-Roig A, Fernandez-Nunez E, Gonzalez-Hernandez P, McAdam JH, Maria-Rosa ML (2009) Agroforestry systems in Europe: Productive, ecological and social perspectives. In *Agroforestry in Europe: Current status and future prospects*. Rigueiro-Roig A, McAdam JH, Maria-Rosa ML (eds). 6th ed, 43-65. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- Rivest D, Olivier A, Gordon AM (2010) Hardwood intercropping systems: Combining wood and agricultural production while delivering environmental services. *Agriculture and Agri-Food Canada, Cat. No. A42-108/2010E-PDF*. Available online at http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/agr/A42-108-2010-eng.pdf. Accessed on October 24, 2019

- Rogge E, Nevens F, Gutlinck H (2007) Perception of rural landscapes in Flanders: looking beyond aesthetics. *Landscape and Urban Planning* 82: 159–174. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.006
- Ruiz J, Domon G (2009) Analysis of landscape pattern change trajectories within areas of intensive agricultural use: case study in a watershed of southern Québec, Canada. *Landscape Ecology* 24: 419-432. DOI: 10.1007/s10980-009-9321-4
- Ruiz J, Domon G (2012) Relationships between rural inhabitants and their landscapes in areas of intensive agricultural use: A case study in Quebec (Canada). *Journal of Rural Studies* 28(4): 590-602. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2012.09.005
- Saucier JP, Grondin P, Robitaille A, Gosselin J, Morneau C, Richard PJH, Brisson J, Sirois L, Leduc A, Morin H, Thiffault E, Gauthier S, Lavoie C, Payette S (2009) Écologie forestière. *In* *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec* (Eds). *Manuel de Foresterie*, 2^e édition. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, pp. 165-316
- Sayer J, Sunderland T, Ghazoul J, Pfund JL, Sheil D, Meijaard E, Venter M, Boedhihartono AK, Day M, Garcia C, Oostenj CV, Buck LE (2013) Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *PNAS* 110(21): 8349-56. DOI: 10.1073/pnas.1210595110
- Sevenant M, Antrop M (2010) The use of latent classes to identify individual differences in the importance of landscape dimensions for aesthetic preference. *Land Use Policy* 27: 827–842. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.11.002
- Smith PL, Goodmon LB, Hester S (2018) The Burtynsky Effect: Aesthetic Reactions to Landscape Photographs That Vary in Natural Features. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* 12: 34–49. DOI: 10.1037/aca0000151
- Stamps AE (1993) Simulation effects on environmental preference. *Journal of Environmental Management* 38: 115-132. DOI: 10.1006/jema.1993.1033
- Statistics Canada (2017a) Les Maskoutains, MRC [Census division], Quebec and Quebec [Province] (table). *Census Profile. 2016 Census. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-X2016001*. Ottawa. Released November 29, 2017. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E>. Accessed on October 09, 2019.
- Statistics Canada (2017b). Charlevoix-Est, MRC [Census division], Quebec and Quebec [Province] (table). *Census Profile. 2016 Census. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-X2016001*. Ottawa. Released November 29, 2017. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E> Accessed on October 09, 2019.
- Steel RGD, Torrie JH, Dicky DA (1997) *Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach*. 3rd Edition, McGraw Hill, Inc. Book Co., New York, pp. 352-358

- Surová D, Pinto-Correia T (2008) Landscape preferences in the cork oak Montado region of Alentejo, southern Portugal: searching for valuable landscape characteristics for different user groups. *Landscape Research* 33(3): 311–330. DOI: 10.1080/01426390802045962
- Surová D, Surová P, de Almeida Ribeiro N, Pinto-Correia T (2011) Integrating differentiated landscape preferences in a decision support model for the multifunctional management of the Montado. *Agroforestry Systems* 82: 225–237. DOI: 10.1007/s10457-011-9373-8
- Teixeira FZ, Bachi L, Blanco J, Zimmermann I, Welle I, Carvalho-Ribeiro S (2019) Perceived ecosystem services (ES) and ecosystem disservices (EDS) from trees: insights from three case studies in Brazil and France. *Landscape Ecology* 34: 1583–1600. DOI: 10.1007/s10980-019-00778-y
- Tempesta T (2010) The perception of agrarian historical landscapes: A study of the Veneto plain in Italy. *Landscape and Urban Planning* 97: 258–272. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.06.010
- Tempesta T, Vecchiato D (2015) Testing the difference between experts’ and lay people’s landscape preferences. *Aestimum* 66: 1–41. DOI: 10.13128/Aestimum-16481
- The Landscape Institute (2002) *Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment*. 2nd edition. London: Taylor and Francis, 166 p.
- Tress B, Tress G, Dcamps H, d’Hauteserre AM (2001) Bridging human and natural sciences in landscape research. *Landscape and Urban Planning* 57: 137–141. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00199-2
- Tsonkova P, Mirck J, Bohm C, Futz B (2018) Addressing farmer-perceptions and legal constraints to promote agroforestry in Germany. *Agroforestry Systems* 92: 1091–1103. DOI: 10.1007/s10457-018-0228-4
- Tveit M, Ode A, Fry G (2006) Key concepts in a framework for analyzing visual landscape character. *Landscape Research* 31: 229–255. DOI: 10.1080/01426390600783269
- Tversky A, Kahneman D (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science* 185: 1124 –1131, Available at www.jstor.org/stable/1738360, Accessed on April 20th, 2020
- Van den Berg AE, Vlek CAJ, Coeterier JF (1998) Group differences in the aesthetic evaluation of nature development plans: a multilevel approach. *Journal of Environmental Psychology* 18: 141–157. DOI: 10.1006/jev.1998.0080

- Voulligny E, Domon G, Ruiz J (2009) An assessment of ordinary landscapes by an expert and by its residents: Landscape values in areas of intensive agricultural use. *Land Use Policy* 4: 890-900. DOI: 10.1016/j.landusepol.2008.10.016
- WAC - World Agroforestry Centre (2019) "What is Agroforestry?" Available online at <http://worldagroforestry.org/about/agroforestry>. Accessed on August 7th, 2019
- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, Peigné J (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34: 1-20. DOI : 10.1007/s13593-013-0180-7
- Winans K, Whalen JK, Cogliastro A, Rivest D, Ribaud L (2014) Soil Carbon Stocks in Two Hybrid Poplar-Hay Crop Systems in Southern Quebec, Canada. *Forests* 5: 1952-1966. DOI: 10.3390/f5081952
- Workman SW, Bannister ME, Nair PKR (2003) Agroforestry potential in the southeastern United States: perceptions of landowners and extension professionals. *Agroforestry Systems* 59: 73–83. DOI: 10.1023/A:1026193204801
- Wu JG (2013) Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology* 28: 999-1023. DOI 10.1007/s10980-013-9894-9
- Yu KJ (1995) Cultural variations in landscape preference: comparisons among Chinese sub-groups and Western design experts. *Landscape and Urban Planning* 32: 107-126. DOI: 10.1016/0169-2046(94)00188-9
- Zhou BB, Wu J, Anderies JM (2019) Sustainable landscapes and landscape sustainability: A tale of two concepts. *Landscape and Urban Planning* 189: 274-284. DOI: doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.005
- Zube EH (1986) Landscape values: history concepts and applications. In: Smardon R, Palmer J, Felleman J (eds.) *Foundations for Visual Project Analysis*. John Wiley and Sons, New York, pp. 3–19
- Zube EH, Sell JL, Taylor JG (1982) Landscape perception: Research, application and theory. *Landscape Planning* 9(1): 1-33. DOI: 10.1016/0304-3924(82)90009-0

Chapitre 6 - Des systèmes agroforestiers intercalaires pour des paysages durables : outils d'aide à la décision territoriale

Geneviève Laroche (autrice de correspondance)

Département de phytologie, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Université Laval, Québec, Canada, G1V 0A6

Téléphone : 1 418 656 2131 # 408746

Courriel de correspondance : genevieve.laroche.3@ulaval.ca

Alain Olivier

Département de phytologie, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Université Laval, Québec, Canada, G1V 0A6

Téléphone : 1 418 656 2131 # 403601

Courriel de correspondance : alain.olivier@fsaa.ulaval.ca

Résumé

Les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI), qui intègrent des rangées d'arbres ou d'arbustes au sein des parcelles agricoles, recèlent un grand potentiel pour la construction de paysages durables au Québec. Afin d'en optimiser les effets à l'échelle des territoires, nous avons construit deux outils d'aide à la décision permettant de faciliter les décisions collectives en matière d'aménagement des SAI. Une revue de littérature sur les services écosystémiques rendus par les SAI, des enquêtes auprès d'experts agroforestiers et des recherches dans des guides d'implantation ont mené à l'identification de critères à considérer pour choisir les parcelles, certains paramètres d'aménagement et les espèces ligneuses les plus propices pour répondre aux enjeux vécus en zone agricole. Ces critères ont été consignés dans deux outils, l'un prenant la forme d'une grille critériée permettant de guider le choix des parcelles et de certains paramètres d'aménagement des SAI en fonction de sept enjeux, et l'autre se déclinant en un tableau présentant 28 espèces ligneuses adaptées à un usage en SAI et décrites en 23 critères différents. L'utilisation combinée de ces outils permet d'envisager de multiples configurations possibles pour les SAI et d'en faire des systèmes à la fois adaptés aux différentes conditions biophysiques et sociales retrouvées sur le territoire québécois et utiles pour répondre aux enjeux qui y sont vécus. En s'inscrivant dans un mouvement de réappropriation de l'espace agricole par les collectivités rurales, ces outils contribuent au déploiement des SAI dans les territoires et à leur soutien via des programmes collectifs cohérents.

Mots-clés : Systèmes agroforestiers intercalaires, agroforesterie, aménagement, territoire, analyse multicritère, paysage, services écosystémiques, arbres, arbustes.

Abstract

Tree-based intercropping (TBI) systems, which integrate tree rows within agricultural plots, show great potential in constructing sustainable landscapes. To optimize their benefits at the landscape scale, we constructed two decision tools facilitating collective decision-making for TBI implementation and design in Quebec, Canada. A literature review on the ecosystem services provided by TBI systems, interviews with agroforestry experts and researchers in databases and agroforestry guides lead to the identification of several criterias to make the most suitable site, design and species choices to address the numerous issues experienced in the rural zone. The criteria have been summarized in two tools: a multicriteria grid aiming at guiding the choices of implementation sites and system designs regarding several ecosystemic and social issues, and a table presenting 28 trees and shrubs described upon their growth conditions, morphology, physiology and the ecosystem services they may provide. Combined, the tools reveal the multiple configurations TBI systems can take to adapt to the highly diverse biophysical and social conditions found in the agricultural zone and to address some of the challenges rural collectivities face. Embedded in a movement advocating for the reappropriation of the agricultural space by rural collectivities, these tools contribute to the deployment of TBI systems in rural territories and to their support through genuine collective programs.

Keywords: Tree-based intercropping systems, agroforestry, landscape planning, territories, multicriteria analysis, landscape, ecosystem services, trees, shrubs.

6.1. Introduction

Les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) se caractérisent par l'intégration de rangées d'espèces ligneuses largement espacées entre lesquelles sont cultivées différentes cultures agricoles (Garrett et al. 2009). Au Québec (Canada), on retrouve ces systèmes tant dans des régions où l'agriculture est plus marginale et moins favorisée par les conditions bioclimatiques que dans des régions où les conditions facilitent la pratique d'une agriculture hautement intensive (CRAAQ 2020). Malgré leurs contrastes, ces régions sont aux prises avec des enjeux similaires, quoique vécus à des intensités variables : le maintien ou l'amélioration de la qualité des sols, de l'eau et de l'air, la conservation de la biodiversité, les changements climatiques, la rentabilité des systèmes agricoles et l'attractivité globale des milieux sont en effet au cœur des préoccupations des collectivités (Anel et al. 2017). Ces enjeux sont liés de près à l'évolution des systèmes et des pratiques agricoles qui ont exercé des pressions sur les écosystèmes et les ont dégradés, mais aussi à l'émergence de préoccupations au sein de la population quant à la qualité de l'environnement, de l'alimentation et du cadre de vie offert par les milieux ruraux (Bossuet et Simard 2013, Doyon et al. 2013).

La construction de paysages durables passe notamment par le maintien ou la création de paysages, au sein des territoires, qui soient en mesure de fournir l'ensemble des services écosystémiques nécessaires au maintien des structures, fonctions et processus écologiques et au bien-être des populations (Bennett et al. 2021). Les services écosystémiques regroupent l'ensemble des services de provision (aliments, énergie, fibres, médicaments), de régulation (climat, cycle de l'eau et des éléments), de soutien (formation des sols, etc.) et culturels (esthétique, sens du lieu, récréation, spiritualité, etc.) rendus par les écosystèmes (ou, dans le cas qui nous intéresse, par les SAI) et qui contribuent au bien-être des humains (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire 2005). Grâce aux nombreux services écosystémiques qu'ils peuvent offrir non seulement à l'échelle des parcelles et des systèmes agricoles mais au-delà, les SAI ont le potentiel de répondre simultanément aux principaux enjeux vécus au sein des territoires ruraux, qu'il s'agisse de l'amélioration de la qualité des sols (Bambrick et al. 2010, Chiffлот et al. 2009, Rivest et al. 2013), de protéger les cours d'eau de la

contamination par les fertilisants et les pesticides (Pavlidis et Tsihrintzis 2017), d'améliorer la qualité de l'air (Vézina et Talbot 2011), d'atténuer les changements climatiques et leurs effets (Cuellar et al. 2017, Peichl et al. 2006, Winans et al. 2011), de contribuer à la conservation de la biodiversité (Dupras et al. 2020, Gibbs et al. 2016, Mitchell et al. 2015, Williams et al. 1995) ou encore de soutenir les insectes pollinisateurs (Bentrup et al. 2019, Varah et al. 2013). L'attractivité des paysages agricoles peut aussi, dans certaines conditions, être améliorée par l'intégration de SAI dans des paysages marqués par l'intensification ou la déprise agricole, ce qu'ont d'ailleurs mis en évidence quelques recherches réalisées au Québec (Laroche et al. 2020, Trillaud-Doppia 2012). L'ensemble de ces services peuvent être fournis sans globalement affecter les rendements des cultures pendant les dix premières années suivant l'implantation et en les stabilisant lors d'épisodes de stress hydrique (Carrier et al. 2019, Rivest et al. 2020). Le tableau 6.1 présente une synthèse des effets des SAI à différentes échelles spatiales recensés dans la littérature en fonction des principaux enjeux des systèmes agricoles québécois (Anel et al. 2017).

Tableau 6.1. Services rendus à différentes échelles par les SAI en fonction des enjeux vécus au sein de l'agroécosystème québécois.

Services écosystémiques rendus par les SAI	Échelles ¹	Références
Qualité des sols		
Augmentation de la porosité et de la capacité d'absorption de l'eau	P	Udawatta et al. 2008.
Augmentation de la teneur en carbone et de la teneur en matière organique dans les sols	P	Bambrick et al. 2010, Peichl et al. 2006, Rivest et al. 2013, Thevathasan et Gordon 2004, Winans et al. 2014.
Augmentation des taux de nitrification de l'azote	P	Bambrick et al. 2010, Thevathasan et Gordon 2004.
Augmentation du nombre d'espèces de microorganismes du sol bénéfiques aux cultures	P	Chiffot et al. 2009, Doblas-Miranda et al. 2014, Rivest et al. 2013, Stamps et al. 2002.
Augmentation du nombre de vers de terre	P	Price et Gordon 1999.
Diminution de l'érosion hydrique	P,L	Udawatta et al. 2010.
Qualité de l'eau		
Réduction de la lixiviation des nitrates (NO ₃)	P,L,G	Bergeron et al. 2011, Dougherty et al. 2009, Pavlidis et Tsihrintzis 2017.
Réduction de la lixiviation de l'ammoniac (NH ₄ ⁺)	P,L	Bergeron et al. 2011.
Diminution de la contamination de l'eau souterraine par la bactérie <i>E. coli</i> .	P,L,G	Dougherty et al. 2009.

Services écosystémiques rendus par les SAI	Échelles¹	Références
Réduction des pertes en phosphore vers les cours d'eau	P,L,G	Weigelhofer et al. 2012.
Réduction de la contamination des eaux par les pesticides	L,G	Pavlidis et Tsihrintzis 2017.
Qualité de l'air		
Certaines espèces ligneuses sont considérées comme allergisantes et diminuent la qualité de l'air	P,L	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) 2018.
Réduction des odeurs et de la quantité de poussière dans l'air lorsque les arbres sont perpendiculaires au vent	P,L	Rivest et al. 2020, Vézina et Talbot 2011.
Biodiversité		
Augmentation de la diversité des plantes aquatiques si bandes d'arbres en bordure de cours d'eau	P	Boutin et al. 2003.
Augmentation ou conservation de la diversité des espèces et du nombre d'oiseaux non dommageables pour les cultures	P,L,G	Bernier-Leduc et al. 2009, Deschênes et al. 2003, Desrochers et al. 2011, Gibbs et al. 2016, Lamoureux et Dion 2016, Williams et al. 1995.
Augmentation du nombre d'espèces d'amphibiens et de petits mammifères	P,L,G	Maisonneuve et Rioux 2001.
Augmentation du nombre de pollinisateurs	P,L,G	Bentrup et al. 2019, Jacques et al. 2009, Varah et al. 2013.
Augmentation de la biodiversité du sol favorable aux cultures	P	Middleton 2001, Stamps et al. 2002, Thevathasan et Gordon 2004.
Amélioration de la connectivité des boisés et îlots forestiers, facilitation du déplacement de certaines espèces fauniques	L,G	Bouffroy et al. 2015, Deschênes et al. 2003, 2011, Dupras et al. 2020.
Changements climatiques		
Captation du CO ₂ atmosphérique ou diminution de sa concentration	G	Anderson et Gough 2020, Bouffroy et al. 2019, Fortier et al. 2013, Peichl et al. 2006.
Augmentation de la séquestration du carbone organique dans les sols	P	Fortier et al. 2013, Peichl et al. 2006, Rivest et al. 2013, Thevathasan et Gordon 2004, Wotherspoon et al. 2014.
Réduction des émissions et de la diffusion d'oxyde nitreux (N ₂ O)	G	Anderson et Gough 2020, Beaudette et al. 2010, Cuellar et al. 2017, Thevathasan et al. 2012.
Attractivité		
Les arbres en champ augmentent généralement l'attrait des paysages d'intensification agricole	L,G	Benjamin et al. 2007, Franco et al. 2013, Grala et al. 2010, Laroche et al. 2020.
L'attractivité dépend de l'accessibilité et de la visibilité du site	L,G	Trillaud-Doppia 2012.
L'attractivité des SAI dépend de la région, de l'écartement des rangées et de la diversité des espèces	L,G	Laroche et al. 2020.

Services écosystémiques rendus par les SAI	Échelles¹	Références
Des aménagements atténuant l'effet linéaire et géométrique augmenteraient l'attractivité des SAI	L,G	Laroche et al. 2020.
Rentabilité des systèmes		
Stabilisation probable des rendements agricoles, notamment en période de stress hydrique	P	Nasielski et al. 2015, Olivier et al. 2013, Rivest et al. 2013.
Rendement en bois équivalent aux plantations forestières de même densité (arbres/ha)	P	Rivest et Cogliastro 2019.
Augmentation ou maintien des rendements du soya et du blé pendant 10 ans	P	Carrier et al. 2019, Thevathasan et Gordon 2004.
Baisse ou maintien des rendements du maïs à prévoir, et maintien au-dessus du seuil de rentabilité	P	Anel et al. 2017, Carrier et al. 2019, Reynolds et al. 2007, Rivest et al. 2009a, Thevathasan et Gordon 2004.
Maintien des rendements par l'implantation de cultures fourragères tolérantes à l'ombre	P	Van Sambeek et al. 2007.
Augmentation des taux de croissance des feuillus en systèmes sous régie conventionnelle	P	Rivest et al. 2009b, 2010.

¹ G = Globale, L = Locale, P = Parcelle, selon Jose (2009)

Le tableau 6.1. est clair : les SAI ont le potentiel de contribuer à la construction de paysages durables tant dans les paysages d'intensification que de déprise agricole du Québec. La réponse apportée par les SAI aux enjeux vécus sur les territoires dépendra cependant de nombreux facteurs, notamment du choix des sites d'implantation en lien avec les conditions et enjeux du territoire, de certains paramètres d'aménagement et du choix des espèces ligneuses. Or, à l'heure actuelle, aucun outil d'aide à la décision ne permet d'envisager l'aménagement des SAI dans une perspective territoriale spécifique au Québec. Les principaux guides de référence sur l'aménagement des SAI tempérés ont été développés dans des contextes géographiques différents de ceux du Québec (Dupraz et Liagre 2011, Garret et al. 2009, Wells et al. 2008). Les guides qui traitent spécifiquement du contexte québécois, pour leur part, manquent de précision sur les espèces ligneuses et arbustives possibles à planter en SAI (Anel et al. 2017, Rivest et al. 2018). Ces guides s'avèrent aussi inadéquats ou incomplets pour optimiser l'implantation des SAI à l'échelle des paysages puisqu'ils adoptent tous comme point de départ les besoins des producteurs ou propriétaires, besoins et désirs qui peuvent différer des priorités territoriales (Caron et al. 2009, Dupraz et Liagre 2011, Garrett et al. 2009, Rivest et al. 2010, Tartera 2014).

Les guides traitant des systèmes agroforestiers développés dans une perspective d'aménagement des paysages, pour leur part, ne traitent pas des SAI de façon spécifique et ne proposent aucune méthode systématique pour prioriser les lieux d'implantation ou les aménagements à préconiser (Bentrup et al. 2008, Dosskey et al. 2008, Wells et al. 2008), ce qui rend leur portée limitée. De plus, l'approche d'analyse qu'ils préconisent repose sur le seul regard des experts des paysages et ignore le regard et les perceptions des « non-experts » sur les enjeux territoriaux, pourtant essentiels à considérer dans la prise de décision en aménagement (van Noordwijk et al. 2018).

Cet article rend compte du processus de création et discute de l'utilité potentielle de deux outils d'aide à la décision pour guider l'aménagement des SAI dans une perspective paysagère visant leur adaptation aux conditions sociales et écologiques des territoires et l'optimisation des services écosystémiques qu'ils pourraient rendre en regard des enjeux vécus au sein des territoires ruraux. Le premier outil est une grille d'analyse critériée pouvant guider le choix des parcelles d'implantation et certains choix en matière d'aménagement. Le deuxième outil consiste en une liste d'espèces ligneuses et arbustives dont l'usage pourrait être envisagé en SAI.

La décision d'adopter une perspective paysagère est en soit originale puisque la décision d'implanter des SAI sur les terres cultivées ou en friche est avant tout une décision privée relevant en premier lieu des propriétaires ou des agriculteurs (Dupraz et Liagre 2011). À l'instar de disciplines émergentes telles que l'agronomie de paysage (Benoît et al. 2012) et l'agroécologie (Altieri et al. 2015, Wezel et al. 2014), nous proposons d'élargir les cadres de réflexion en matière d'aménagement de ces systèmes. Cette réflexion plus large s'inscrit également dans la foulée du développement, en contexte québécois, d'approches et d'outils collectifs à portée territoriale visant à orienter les décisions d'aménagement (MAMH 2020).

6.2. Méthodologie

6.2.1. Cadre analytique

Conformément à la perspective paysagère retenue, les outils s’ancrent dans une démarche d’analyse qui s’inspire des approches dialectiques du paysage (Antrop 2000, Berkes et al. 2002, Naveh 2001, Zhou et al. 2019). Selon ce cadre, les paysages, tout comme les SAI qui s’y inscrivent, peuvent être considérés comme des systèmes socio-écologiques au sein desquels dimensions biophysiques et sociales interagissent constamment. La contribution des SAI à la construction de paysages durables dépend à la fois de leur capacité à s’ajuster aux conditions et dynamiques socio-écologiques des paysages et des services écosystémiques qu’ils pourront rendre afin de répondre aux problématiques écologiques et sociales vécues au sein des paysages (Sayer et al. 2013, Schultz et al. 2007, Termoshuizen et Opdam 2004). La démarche d’analyse dans laquelle s’inscrivent les outils utilise le territoire comme point de départ (fig. 6.1).

Les conditions biophysiques, les enjeux et les perceptions des acteurs conduiront en premier lieu au choix des sites d’implantation. Comme les choix d’aménagement (densités d’arbres, orientation des rangées, nombre de strates, etc.) ont aussi un impact sur la provision de services écosystémiques et peuvent influencer le choix des parcelles, ces paramètres doivent être considérés simultanément. C’est pourquoi le premier outil combine ces deux classes de paramètres. C’est généralement une fois les parcelles et les aménagements idéaux identifiés que le choix des espèces ligneuses peut s’effectuer, en considérant à la fois leur adaptation aux conditions biophysiques, aux enjeux et aux perceptions des acteurs. À chaque étape, il est possible de réévaluer les choix antérieurs via un processus itératif afin d’éliminer les incohérences ou de revalider les choix faits au départ. Ainsi, et bien que les deux outils puissent être utilisés indépendamment, leur utilité n’est optimale que lorsqu’ils sont combinés au sein d’une même démarche.

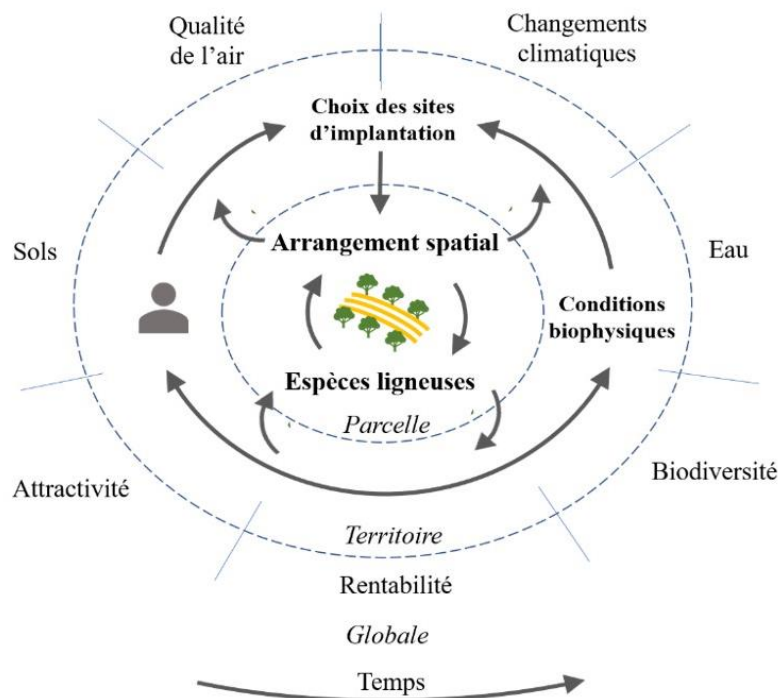


Figure 6.1. Approche d'analyse ayant guidé la création des outils d'aide à la décision.

Les SAE sont des systèmes socio-écologiques imbriqués au sein de paysages et de territoires ruraux. Les enjeux vécus et les conditions biophysiques caractérisant les territoires sont interprétés par les acteurs locaux et mènent au choix des parcelles d'implantation et des arrangements spatiaux des SAE (outil no 1). En fonction de ces choix, les espèces ligneuses sont ensuite choisies selon leur adaptation aux conditions de la parcelle et des services écosystémiques qu'elles peuvent rendre (outil no 2). Ces choix sont revalidés via des itérations successives permettant d'ajuster et de valider les choix au fil de la démarche.

6.2.2. Ancrage géographique

Nos outils ont été conçus de manière à couvrir un ensemble de paramètres et de conditions généralement retrouvés sur l'ensemble de la zone agricole du Québec. La zone agricole désigne l'ensemble des superficies dont l'usage agricole est protégé par la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (LPTAAQ⁴⁶, RLRQ P-41.1). Elle s'étend de l'extrême sud du Québec jusqu'au nord du 48^e parallèle et le traverse d'est en ouest (fig. 6.2),

⁴⁶ Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles du Québec.

Les sols de la zone agricole varient en texture et en fertilité, allant des dépôts alluviaux de la mer de Champlain retrouvés dans la plaine du Saint-Laurent jusqu'aux tills formés à partir du socle rocheux du Bouclier canadien, au nord, ou des Appalaches, au sud (Saucier et al. 2009). L'agriculture se pratique ainsi dans une grande variété de zones bioclimatiques et de domaines forestiers, du domaine de l'érablière à caryer cordiforme au sud à celui de la sapinière à bouleau blanc au nord (Saucier et al. 2009). Sur le plan des contextes socioéconomiques, la zone agricole se déploie autant dans des localités périurbaines à bilan migratoire positif et présentant un indice de développement économique relativement élevé que dans des municipalités plus éloignées, économiquement plus dépendantes de l'industrie extractive et peinant à attirer de nouveaux résidents (Guimond et Jean 2017, Institut de la Statistique du Québec [ISQ] 2018). L'implantation de systèmes agroforestiers dans ces contextes variés et en changement doit donc être réfléchi en fonction de ces enjeux multiples, et doit pouvoir s'adapter à ces conditions actuelles, mais aussi futures. C'est dans cette perspective que furent construits les outils d'aide à la décision.

6.2.3. Collecte des données

Les enjeux vécus au sein du territoire agricole furent adaptés de l'analyse réalisée par Anel et al. (2017) et validés par des enquêtes que nous avons menées auprès de 23 acteurs des domaines de l'agriculture, de la foresterie, de l'aménagement du territoire et de l'environnement dans deux MRC contrastées sur le plan des dynamiques agricoles : la MRC des Maskoutains (contexte d'intensification) et la MRC de Charlevoix-Est (contexte de déprise). Une recension d'articles scientifiques de type boule de neige mena à l'identification des services écosystémiques rendus par les SAI à différentes échelles spatiales sur les territoires en fonction des enjeux ciblés. Pour chacun des enjeux pour lesquels les SAI ont démontré un effet potentiel, des critères devant guider le choix des parcelles, les choix d'aménagement (densité d'espèces ligneuses ou d'arbres à l'hectare, orientation des rangées et nombre de strates végétales) de même que le choix des espèces ligneuses furent identifiés à partir des recommandations figurant dans cinq (5) guides traitant spécifiquement de l'implantation des SAI dans différents contextes agricoles (Caron et al. 2009, Garrett et al. 2009, Dupraz et Liagre 2011, Rivest et al. 2010, Tartera et al. 2014) et dans quatre (4) guides

portant sur l'aménagement agroforestier au sens large dans une perspective paysagère (Bentrup et al. 2008, Dosskey et al. 2005, 2008, Wells et al. 2008). Les préférences exprimées par les acteurs des MRC des Maskoutains et de Charlevoix-Est quant à la place possible des SAI dans leurs territoires, les enquêtes de Laroche et al. (2020) sur l'appréciation visuelle de scénarios agroforestiers par les résidents de ces MRC, des entrevues réalisées auprès de quatre experts québécois en agroforesterie et des recherches documentaires sur les espèces ligneuses ont pour leur part contribué au choix final des espèces et critères intégrés à chacun des outils.

6.2.4. Construction de la grille critériée

6.2.4.1. Choix des critères

Les critères liés aux choix des parcelles et des aménagements furent sélectionnés en fonction de la disponibilité des données sur ces critères, de leur facilité à être observés à l'échelle régionale et de leur degré d'impact potentiel sur la réponse à l'enjeu visé (de Almeida et al. 2018). Par conséquent, l'outil ne prétend pas à l'exhaustivité quant au nombre de critères à considérer pour aménager un SAI ou choisir des parcelles d'implantation; il se veut un outil de premier criblage qui pourrait rapidement permettre d'identifier des zones d'implantation prioritaires, en fonction d'un ou de plusieurs enjeux, qui devraient faire ensuite l'objet d'analyses plus ciblées pour les identifier avec plus de précision.

Les 23 critères retenus sont divisés par enjeu, un critère permettant parfois de répondre à plusieurs enjeux simultanément. En ce qui a trait à l'amélioration de la qualité de l'eau, les deux premiers critères à considérer pour choisir les parcelles d'implantation devraient être la proximité d'un cours d'eau dont la qualité est affectée par des apports en azote, en phosphore ou en sédiments et l'orientation de la parcelle par rapport à ce cours d'eau, une parcelle contiguë et parallèle au cours d'eau étant plus favorable à l'implantation d'un SAI que les autres (Bergeron et al. 2011, Dougherty et al. 2009, Udawatta et al. 2010, Weigelhofer et al. 2012). La topographie (pourcentage et orientation de la pente) et le type de sol peuvent guider

le choix des parcelles tant dans une perspective de protection des cours d'eau que de protection des sols, puisque les sols légers et en pente sont plus sensibles à l'érosion que les sols lourds et bien nivelés. La densité d'espèces ligneuses au sein du SAI sera aussi déterminante pour l'amélioration de la qualité des sols, puisque l'effet des espèces ligneuses sur la structure du sol, la porosité, la vie microbienne et la teneur en matière organique, notamment, sera d'autant plus important que le nombre d'espèces ligneuses implantées sera grand (Garrett et al. 2009, Rivest et al. 2010). De plus, l'orientation de la parcelle par rapport aux vents, ainsi que la présence d'une strate arbustive, pourraient être considérés pour la protection des sols si l'érosion éolienne s'avère problématique (ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec [MSSS] 2018, Rivest et al. 2010). Cependant, à moins d'être conçues spécifiquement comme des haies brise-vent, les rangées d'arbres des SAI auront toujours un effet moindre sur la réduction des vents que ces haies (Vézina et Talbot 2011).

Le choix des parcelles et du design des SAI peut aussi être déterminant en matière d'amélioration et de conservation de la biodiversité. D'abord, l'implantation de SAI sur des territoires où le couvert forestier se situe en-deçà de 20 à 30 % pourrait être priorisée, puisque ce seuil est reconnu comme un seuil minimal à respecter pour assurer le renouvellement des espèces forestières et la pérennité de nombreuses espèces aviaires et ce, indépendamment de la configuration ou de la répartition spatiale de ces habitats forestiers (Association forestière du Sud du Québec [AFSQ] 2020, FAO 2020). L'implantation de SAI pourrait aussi être favorable à la faune aviaire si le système permet de réduire les distances à parcourir entre deux habitats forestiers à moins de 200 m (Desrochers et Bélisle 2007, Desrochers et al. 2011, Jobin et al. 2013).

Pour les espèces fauniques, il s'avère plus complexe d'établir des seuils de distance ou des critères de choix des parcelles car l'utilisation des aménagements agroforestiers linéaires diffère selon les espèces (les espèces adaptées au milieu agricole en profitent davantage que les espèces forestières) et que les priorités régionales en matière de protection ou de conservation peuvent varier (Dupras et al. 2020, Rayfield et al. 2019). Conséquemment,

l'outil propose d'appréhender la contribution des SAI en termes de renforcement des réseaux de connectivité. Ainsi, la priorité devrait être accordée aux parcelles agricoles situées à l'intérieur ou en périphérie d'un corridor de connectivité existant ou projeté (Gonzalez et al. 2018). Des parcelles parallèles au sens de ces corridors auront aussi plus d'impact potentiel sur cette connectivité, puisqu'elles permettront vraisemblablement le déplacement à la fois d'espèces nécessitant une couverture arborée continue et d'espèces pouvant se contenter de « pas japonais » entre les habitats (Dupras et al. 2020). Des SAI présentant plusieurs strates végétales auront potentiellement, dans tous les cas, un plus grand effet positif sur la faune et les pollinisateurs (Betbeder et al. 2015, Maisonneuve et Rioux 2001), surtout si la phénologie des espèces choisies s'avère complémentaire (Ouellet 2013, Black et al. 2008, Vaughan et Black 2006).

En ce qui concerne la lutte aux changements climatiques, le principal critère à prendre en compte est la densité d'espèces ligneuses à l'hectare puisque c'est celui qui aura la plus grande incidence sur la séquestration de carbone (Rivest et al. 2020). Puisque les aménagements retrouvés au Québec présentent des densités d'arbres variant entre 50 et 120 arbres à l'hectare, mais que la tendance actuelle est plutôt à des plantations de faibles densités (50 arbres/ha) (Rivest et al. 2020), l'outil propose le seuil de 75 arbres à l'hectare pour délimiter les parcelles à faible et à haute densité. Le type de cultures agricoles devrait aussi guider le choix des parcelles dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques, les systèmes agricoles incluant des cultures de maïs (sensible au stress hydrique), de céréales (sensible au stress thermique) ou de luzerne (sensible au dégel hivernal) pouvant notamment bénéficier de l'implantation d'arbres (Ouranos 2015).

En termes d'attractivité des paysages, bien que les recherches à ce sujet soient relativement rares, il semble que les SAI puissent généralement être autant, sinon plus appréciés que les paysages marqués par l'intensification et la déprise agricole (Laboratoire rural agroforesterie et paysages, 2015; Trillaud-Doppia 2012, Benjamin et al. 2007). Cependant, puisque les travaux de Laroche et al. (2020) ont démontré que l'appréciation des SAI dépendait de la

région d'implantation, de l'écartement des rangées et de la diversité des espèces trouvées dans les aménagements, la grille présente un critère relativement prudent permettant de relativiser l'appréciation paysagère des SAI par rapport aux paysages ou aux types de systèmes qu'ils remplaceraient. Selon ces mêmes études et les enquêtes réalisées dans les deux MRC, la visibilité et l'accessibilité des sites pourraient aussi en influencer l'appréciation, de même que l'effet linéaire des rangées d'arbres, ce qui nous a conduit à inclure ces critères dans la grille.

Finalement, la rentabilité des SAI sera notamment assurée par leur implantation sur des parcelles présentant des conditions propices à la croissance d'arbres ou d'arbustes à forte valeur économique, en autant que cette implantation ne se traduise pas par des coûts d'implantation ni des baisses de revenus trop importants. En termes d'aménagement, des densités d'arbres à l'hectare relativement faibles et ne créant que des impacts négatifs limités sur les rendements des cultures agricoles (Carrier et al. 2019, Rivest et al. 2018) devraient être favorisées, de même qu'une certaine diversité pour limiter les risques liés à l'apparition de maladies ou de ravageurs (Rivest et al. 2010). Les territoires où un soutien public serait disponible soit pour l'implantation et l'entretien des systèmes, soit pour la rétribution de leurs services écosystémiques, pourraient aussi s'avérer plus favorables pour rentabiliser les systèmes, bien qu'aucun mécanisme de ce genre n'existe encore au Québec (Rivest et al. 2020, Alam et al. 2014). Pour les systèmes misant sur des produits de niche, ou même la production de bois de qualité, la proximité d'infrastructures de transformation ou la présence d'acheteurs à proximité est aussi un facteur à prendre en compte dans le calcul de la rentabilité. Ainsi, à l'exception des critères liés à la qualité de l'air, qui sont au nombre de deux, le tableau présente quatre ou cinq critères à considérer pour chacun des enjeux, ce qui en fait un outil relativement équilibré.

6.2.4.2. Opérationnalisation

Les critères liés au choix des parcelles et à l'aménagement des SAI furent regroupés dans une grille critériée (tableau 6.2), un outil couramment utilisé en aménagement du territoire permettant d'évaluer, selon différents critères, la valeur d'un objet étudié par rapport à l'objectif recherché, ou de comparer différents objets selon leurs valeurs relatives en regard de cet objectif (de Almeida et al. 2018, Prével et al. 2004). Chacun d'entre eux fut opérationnalisé en catégories ou en classes auxquelles furent attribuées des valeurs, la valeur maximale étant toujours donnée à la catégorie ou à la classe permettant au SAI de répondre le plus efficacement possible à l'enjeu ciblé. L'amplitude des échelles de valeur utilisées varie selon l'importance du critère pour un même enjeu, un critère d'importance moindre ayant une échelle de moins grande amplitude (donc des valeurs maximales plus faibles) (de Almeida et al. 2018). Dans l'esprit de la construction d'un outil générique destiné à être adapté à différents contextes, la plupart des catégories furent exprimées de façon relative, et non normative. Par exemple, les expressions « éloigné » ou « près de » sont utilisées au lieu de chiffres exacts pour exprimer une distance. Dans le même ordre d'idées, le tableau ne propose pas *a priori* de pondération des enjeux, puisque cette pondération doit être contextualisée et ajustée, idéalement à travers un processus participatif local, en fonction des territoires et de leurs particularités (de Almeida et al. 2018, Prével et al. 2004). Ainsi, la grille se veut un outil de base qui pourra être ajusté en fonction des contextes, et non un outil normatif uniformisé. En effectuant la somme des valeurs recueillies par chacune des parcelles pour un ou des enjeux donnés, il est possible de visualiser ou d'identifier les parcelles présentant le plus de caractéristiques favorables à l'implantation de SAI pour répondre à ces enjeux. Plus une parcelle présentera une valeur élevée, plus l'intérêt d'y implanter un SAI sera élevé. Dans la même logique, les aménagements offrant la meilleure réponse à un ou à des enjeux peuvent aussi être priorisés à partir des valeurs attribuées à chacune des catégories. Il est aussi possible de pondérer ces résultats en affectant à chacun des enjeux un poids correspondant à son importance au sein du territoire, afin de prioriser les parcelles et les aménagements en fonction des priorités régionales (de Almeida et al. 2018).

Tableau 6.2. Grille critériée pour le choix des sites et des aménagements.

Enjeu	Critère	Type	Valeurs	Classes	Pointage proposé	Références
Eau	Proximité d'un cours d'eau dont la qualité est affectée par les activités agricoles (taux d'azote ou de phosphore, sédiments liés à l'érosion)	Catégories	Parcelle contiguë	Plus propice	4	Dosskey et al. 2008
			Parcelle non contiguë	Moins propice	0	
Eau	Orientation de la parcelle (donc des rangées d'arbres) par rapport au cours d'eau	Catégories	Parallèle	Plus propice	4	Bergeron et al. 2011
			Autre orientation		2	
			Perpendiculaire	Moins propice	0	
Eau, sol	Type de sol	Catégories	Léger	Plus sensible à l'érosion	4	Dosskey et al. 2008, Wells et al. 2008
			Moyen	Moyennement sensible	2	
			Lourds	Moins sensible à l'érosion	0	
Eau, sol	Pente (%)	Valeurs numériques	0 à 100%	>15 %	4	Dosskey et al. 2008, Bentrup et al. 2008
				5 à 15 %	2	
				< 5 %	0	
Eau, sol	Orientation de la parcelle (et des rangées d'arbres) par rapport à la pente	Catégories	Perpendiculaire à la pente	Plus propice	4	Dosskey et al. 2008, Bentrup et al. 2008
			Autre orientation	Moyennement propice	2	
			Parallèle à la pente	Moins propice	0	
Sol, qualité de l'air	Orientation de la parcelle par rapport aux vents dominants	Catégories	Perpendiculaire aux vents	Plus propice	2	Rivest et al. 2010
			Autre orientation	Moyennement propice	1	
			Parallèle aux vents	Moins propice	0	
Qualité de l'air, attractivité	Distance des habitations	Catégories	Parcelle à proximité	Plus propice	2	Anderson et Gough 2020
			Distance moyenne	Moyennement propice	1	

Enjeu	Critère	Type	Valeurs	Classes	Pointage proposé	Références
			Parcelle éloignée	Moins propice	0	
Biodiversité	Couvert forestier du territoire considéré	Catégories	Moins de 20 %	Plus propice	4	FAO 2020
			Entre 20 et 30 %	Moyennement propice	2	
			Plus de 30 %	Moins propice	0	
Biodiversité	Strates végétales occupées par les SAI	Catégories	Multiplés strates	Plus efficace	3	Ouellet 2013, Varah et al. 2013, Vaughan et Black 2006
			1 seule strate	Moins efficace	1	
Connectivité -faune	Position de la parcelle par rapport aux corridors de connectivité envisagés	Catégories	À l'intérieur	Plus propice	4	Gonzalez et al. 2018, Jobin et al. 2013, Rayfield et al. 2019
			Partiellement à l'intérieur	Moyennement propice	2	
			À l'extérieur	Moins propice	0	
Connectivité - faune	Orientation de la parcelle (donc des rangées d'arbres) par rapport au corridor envisagé	Catégories	Parcelle parallèle	Plus propice	3	Bélisle et al. 2001, Gonzalez et al. 2018, Jobin et al. 2013, Rayfield et al. 2019
			Autre	Moyennement propice	2	
			Parcelle perpendiculaire	Moins propice	1	
Biodiversité - espèces ligneuses	La parcelle est propice à l'implantation d'espèces ligneuses rares ou ayant un statut particulier.	Catégories	Conditions adaptées	Propice	2	Bentrup et al. 2008
			Conditions inadaptées	Non propice	0	
CC-Atténuation	Densité d'arbres (nb arbres à l'hectare)	Valeurs numériques	Plus de 75	Plus propice	4	Ouranos 2015, Rivest et al. 2018, Carrier et al. 2019
			Moins de 75	Moins propice	2	
CC - Adaptation	Cultures sensibles au stress thermique	Catégories	Oui	Plus propice	3	Ouranos 2015, Rivest et al. 2018
			Non	Moins propice	1	
CC - Adaptation	Cultures sensibles au stress hydrique	Catégories	Oui	Plus propice	3	Ouranos 2015, Rivest et al. 2018
			Non	Moins propice	1	

Enjeu	Critère	Type	Valeurs	Classes	Pointage proposé	Références
CC - Adaptation	Cultures sensibles au gel / dégel en hiver	Catégories	Oui	Plus propice	3	Ouranos 2015, Rivest et al. 2018
			Non	Moins propice	1	
Attractivité	Visible de la route ou d'un point de vue	Catégories	Oui	Plus propice	3	Trillaud-Doppia 2012, enquêtes dans les MRC
			Non	Moins propice	1	
Attractivité	Appréciation relative des paysages par les résidents	Catégories	SAI > paysage actuel	Plus propice	4	Laroche et al. 2020
			SAI = paysage actuel		2	
			SAI < paysage actuel	Moins propice	0	
Attractivité	Accessibilité du SAI au public	Catégories	Accessible au public	Plus propice	2	Rivest et al. 2010, enquêtes dans les MRC
			Non accessible au public	Moins propice	1	
Rentabilité	Orientation de la parcelle	Catégories	Nord-Sud	Plus propice	4	Rivest et al. 2010
			Autre orientation		2	
			Est-ouest	Moins propice	0	
Rentabilité	Densité d'arbres à l'hectare	Catégories	Peu élevée (50 arbres/ha)	Plus propice	2	Carrier et al. 2019, Rivest et al. 2018.
			Élevée (+ 100 arbres/ha)	Moins propice	0	
Rentabilité	Parcelle adaptée à la croissance d'espèces ligneuses à forte valeur économique	Catégories	Oui	Propice à l'implantation	2	Carrier et al. 2019, Rivest 2010, enquêtes dans les MRC
			Non	Non propice	0	
Rentabilité	Proximité d'outils / d'infrastructures de commercialisation des produits issus du SAI	Catégories	Oui	Plus propice	2	Club des producteurs de noix du Québec [CPNQ] 2014, Laroche et Olivier 2015.
			Non	Moins propice	0	
Rentabilité	Soutien financier disponible pour l'implantation / l'entretien du système ou la rétribution des SE qu'il rend	Catégories	Oui	Plus propice	2	Alam et al. 2014, Laroche et Olivier 2015, Laroche et al. 2019
			Non	Moins propice	0	

6.2.5. Construction du tableau des espèces ligneuses

6.2.5.1. Critères retenus

Un total de 23 critères furent retenus pour décrire les espèces ligneuses, ces critères étant répartis en 6 catégories : 1) les conditions de croissance, 2) la morphologie et la physiologie, 3) les effets sur le sols, l'eau et l'air, 4) les effets sur la biodiversité, 5) les produits marchands ou utiles et 6) l'attractivité.

Les conditions de croissance regroupent la zone de rusticité, le type de sol et l'humidité du sol. La zone de rusticité est un indicateur qui fut unanimement nommé par les experts québécois lors des entrevues comme un critère incontournable. La zone de rusticité est dérivée de l'indice de rusticité des plantes calculé à partir d'une équation de régression incluant plusieurs indicateurs climatiques pondérés (Ressources naturelles Canada 2020, McKenney et al. 2001). Notre tableau couvre les zones 2a à 5b (indices 20 à 59), qui correspondent aux zones généralement cultivées au Québec. Le classement des types de sol est dérivé du triangle granulométrique utilisé dans le système canadien de classification des sols (Soil Classification Working Group 1998). Les sols légers sont des sols à texture prédominante sableuse, les sols moyens correspondent à des sols loameux et les sols lourds présentent une prédominance d'argile. L'humidité du sol présente les conditions dans lesquelles l'espèce est généralement retrouvée en milieu naturel (USDA PlantDatabase 2021, Gladu 2021, Fédération interdisciplinaire d'horticulture ornementale du Québec [FIHOQ] et Association québécoise des producteurs en pépinières [AQPP] 2020). L'humidité du sol fut préférée au drainage, un critère pourtant souvent nommé par les experts, puisqu'il nous est apparu plus facile à documenter de façon uniformisée et que cette donnée peut permettre d'inférer, au moins indirectement, les conditions de drainage tolérées par les espèces ligneuses.

Les critères de tolérance à la sécheresse et à l'engorgement en eau renseignent sur la capacité des espèces à tolérer différents stress anticipés dans un contexte de changements climatiques.

En nous appuyant sur les indices de tolérance calculés par Niimenets et Valladares (2006) à partir de données colligées dans plusieurs bases de données mondiales pour plus de 300 espèces d'arbres et d'arbustes des régions tempérées, nous avons créé cinq classes de tolérance allant de 1 (intolérant, indice de 0 à 0,99) à 5 (tolérant, indice de 4,00 à 4,99) pour les deux facteurs considérés. Un échantillon de 30 espèces d'arbres et d'arbustes répartis dans toutes ces classes a ensuite été utilisé pour comparer cette classification à des classifications utilisant des catégories qualitatives pour exprimer ces mêmes caractéristiques (USDA PlantDatabase 2021, Hightshoe 1998). Aucune incohérence entre nos classes et les catégories utilisées dans ces références n'a été décelée lors de ces comparaisons.

Les caractéristiques morphologiques et physiologiques comprennent les dimensions de l'espèce à maturité (hauteur et largeur de la cime de l'arbre ou de l'arbuste), le port naturel, la vitesse de croissance et des indications sur le feuillage (porosité, rapport C : N des feuilles) (USDA PlantDatabase 2021). Les dimensions et le port des espèces permettent d'envisager l'aspect général de la composante ligneuse du système à maturité et de prévoir des écartements conséquents sur les lignes d'arbres (Dupraz et Liagre 2011, Garrett et al. 2009). Le port naturel est aussi un indicateur indirect de la dominance apicale des espèces, qui peut aider à prédire les besoins en taille de formation des arbres (Dupraz et Liagre 2011). La vitesse de croissance, bien que relative, permet de prévoir le développement du système à moyen et long terme, et est aussi liée à la dynamique du carbone et à sa vitesse de séquestration au sein du système (Stephenson et al., 2014). La porosité du feuillage est pour sa part un indicateur de la compétition pour la lumière et de l'effet de l'espèce sur la circulation de l'air dans le système. Le rapport carbone : azote (C : N) des feuilles est décliné en trois catégories : faible (<23), moyen (23 à 59) et élevé (>59), conformément à la classification américaine (USDA Plant Database 2021). Ce critère indique le potentiel de l'espèce à contribuer à la fertilité du sol, un rapport C : N faible favorisant une décomposition plus rapide de la litière et une libération conséquente d'azote dans le sol pouvant être capté par les plantes.

Les caractéristiques des espèces liées à la qualité des sols sont exprimées qualitativement et se rapportent essentiellement à l'effet de l'espèce sur la fertilité des sols (capacité à fixer l'azote atmosphérique et contenu des feuilles en certains minéraux). Ces informations furent tirées de différentes sources (AFSQ 2020, Gladu 2021, Hydro-Québec 2021, USDA Plant Database 2021). L'utilisation des espèces sur le replat, le milieu ou le bas du talus des bandes riveraines sert d'indicateur pour le critère de contribution à la qualité de l'eau (FIHOQ et AQPP 2021, USDA Plant Database 2021). Bien qu'habituellement les arbres implantés en SAI ne soient pas destinés à occuper le milieu ou le bas des talus, cette information reste pertinente dans les cas où certaines rangées d'arbres auraient à jouer un rôle contre l'érosion des berges ou l'érosion hydrique.

En matière de qualité de l'air, le pollen émis par les arbres et arbustes peut considérablement nuire à cette qualité et affecter la santé des résidents sur plusieurs kilomètres (White et Bernstein 2003). Le caractère allergisant des espèces, dérivé d'une série d'indicateurs liés entre autres à la quantité et à la grosseur du pollen émis par les espèces (White et Bernstein 2003, Asselin et al. 1998), est ici utilisé comme indicateur de la contribution des espèces à la qualité de l'air, une espèce allergisante étant considérée comme une espèce détériorant la qualité de l'air (MSSS 2018).

L'apport des espèces pour la biodiversité est exprimé à travers trois indicateurs. Le premier est l'indice de valeur pour les oiseaux et les mammifères (Hightshoe 1998). Basé sur les travaux de Martin et al. (1961) ayant observé l'utilisation de plus de 250 espèces végétales par quelques 300 espèces animales au centre et au nord-est des États-Unis, cet indice classe les espèces végétales selon le nombre d'espèces animales qui les utilisent pour s'abriter, se nourrir, de déplacer ou se reproduire (végétal utilisé par 50 espèces ou plus = 5, par 25 à 49 espèces = 4, par 15 à 24 espèces = 3, par 5 à 14 espèces = 2 et par moins de 5 espèces = 1). En raison de l'importance des pollinisateurs et de ce service pour les activités agricoles, l'usage potentiel des espèces par les abeilles (potentiel mellifère ou nectarifère) ou les pollinisateurs indigènes a été ajouté, en nous basant sur les travaux précurseurs de Chabot

(1948) et ceux réalisés plus récemment par Moisan-De Serres et al. (2013). Ces données sont complétées par des informations qualitatives présentant des compléments jugés pertinents sur la biodiversité dans le contexte québécois tirés de sources variées (AFSQ 2020, Hydro-Québec 2021, Gladu 2021).

La contribution des espèces à la production de bois est déclinée en deux caractéristiques: la valeur du bois exprimée en trois classes de prix (\$, \$\$ et \$\$\$) et ses principaux usages commerciaux. Les prix du bois payés aux producteurs entre novembre 2019 et mars 2021 pour une catégorie et une mesure standard répertoriés sur le site « prixdubois.ca » ont été comparés pour 14 scieries réparties sur l'ensemble du Québec (Fédération des producteurs forestiers du Québec [FPFQ] 2021). Les moyennes des prix payés ont ensuite été classées et divisées en trois classes. La classe attribuée à chacune des espèces a ensuite été ajustée en fonction des données historiques sur les prix du bois (par exemple, le noyer est passé de la classe \$\$ à la classe \$\$\$) et des informations économiques recueillies sur le site wood-database.com (Meier 2021). Les hybrides ont été associés à leur parent le moins bien classé pour leur attribuer une catégorie de prix. Les usages commerciaux du bois ont été tirés de la base de données construite par Meier (2021) et disponible en ligne sur le site wood-database.com. Un dernier critère renseigne sur les produits forestiers non ligneux fournis par les espèces (AFSQ 2020, Gladu 2021) ou leurs usages médicinaux (Schneider 2020), qu'ils fassent l'objet d'une valorisation commerciale bien établie ou qu'il s'agisse de produits plus marginaux.

Deux critères ont finalement été retenus pour caractériser l'attractivité visuelle ou sensorielle des espèces : la couleur du feuillage en automne (Gladu 2021, USDA Plant Database 2021) et les caractéristiques des fleurs et des fruits de certaines espèces (couleurs, forme, période d'apparition, odeurs) (USDA Plant Database 2021, Gladu 2021). Évidemment, des critères liés à la morphologie des espèces et à la période de floraison pourraient aussi être utilisés pour faire varier cette attractivité.⁷

6.2.5.2. Sélection des espèces ligneuses

La sélection des espèces ligneuses à présenter dans le tableau s'est effectuée dans une perspective de diversité, et non d'exhaustivité. Le tableau a donc été construit pour présenter à la fois des arbres et des arbustes, une diversité de familles et de genres et une diversité de caractéristiques. Les espèces ayant déjà été intégrées avec succès dans des SAI dans différents contextes agricoles furent les premières intégrées au tableau (CRAAQ 2020, Laboratoire Agroforesterie et paysages 2016). Ensuite, les espèces de feuillus indigènes du Québec et/ou présentant un intérêt et un potentiel d'intégration en SAI furent priorisées. Cet intérêt fut évalué à partir des différentes caractéristiques des espèces indigènes et discuté avec les expert agroforestiers rencontrés. Au fil des recherches, les espèces présentant des caractéristiques indésirables telles qu'une forte tendance au drageonnage, une sensibilité élevée aux maladies ou aux ravageurs ou un port trop étalé ont été retirées du tableau (Dupraz et Liagre 2011, Rivest et al. 2010, Garrett et al. 2009). De même, en raison de la complexité inhérente à la gestion des arbres fruitiers au sein des parcelles cultivées, notamment en matière de dépistage des maladies et de traitements phytosanitaires, seuls quelques exemples d'arbres fruitiers rustiques sont présentés dans le tableau. Les prévisions d'impacts des changements climatiques sur la répartition des espèces ligneuses à l'horizon 2080 développées par le MFFP (2018) et les opinions des experts rencontrés furent aussi considérées pour intégrer des espèces actuellement distribuées plus au sud mais dont l'aire de distribution pourrait s'étendre au Québec dans le futur. Certaines espèces présentant des hybrides, telles que les peupliers (*Populus* ssp.) et les noyers hybrides (*Juglans* ssp.), ne sont décrites que de manière générale à travers quelques exemples afin de respecter l'esprit de diversité. Les conifères, bien qu'ils puissent s'avérer utiles à certains égards dans des systèmes agroforestiers (notamment pour conserver un couvert nival suffisant sur les champs ou limiter la dérive des pesticides grâce à la densité de leur feuillage), ont été exclus d'office puisque leur usage en SAI se doit de rester parcimonieux, notamment en raison d'enjeux liés à l'acidité de leur litière et à la densité de leur ombrage (REF). Le tableau intègre ainsi 28 espèces ou hybrides d'arbres appartenant à 12 genres différents et neuf (9) espèces d'arbustes appartenant toutes à des genres différents (tableau 6.3).

Tableau 6.3. Tableau des espèces ligneuses.

Nom scientifique	Nom commun	Zone de rusticité	Sols ¹	Humidité ²	Sécheresse ³	Engorgement ³	H	I	Port	Croissance	Porosité feuillage été	Rapport C : N des feuilles
ARBRES												
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	3	1,M,L	M,E	2	4	20 m	15 m	Ovoïde	Moyenne-lente	Dense	Élevé
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	4a	1,M	M	3	2	20 m	15 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	3a	1,M,L	M	3	4	15 m	4 m	Globulaire	Rapide	Moyenne	Faible
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune	2a	1,M,L	M,E	3	2	22 m	12 m	Globulaire	Rapide	Dense	Élevé
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau à papier	2a	1,M	M,E	3	2	20 m	15 m	Globulaire	Rapide	Moyenne	Moyen
<i>Carya cordiformis</i>	Caryer cordiforme	4b	1,M,L	F,M,E	5	3	20 m	10 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Carya illinoensis</i>	Pacanier du nord	5	1,M,L	F,M,E	3	3	25 m	17 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Carya illionensis x C. cordiformis</i>	Caryer hybride	4	1,M,L	F,M,E	3	2	23 m	12 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Carya illionensis x C. ovata</i>	Caryer hybride	5	1,M,L	F,M,E	2	1	24 m	17 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Carya laciniosa</i>	Caryer lacinié	4b	1,M,L	F,M,E	3	2	25 m	15 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé
<i>Carya ovata</i>	Caryer ovale	3b	1,M,L	F,M,E	4	2	23 m	17 m	Ovoïde	Lente	Moyenne	Élevé
<i>Carya tomentosa</i>	Caryer tomenteux	5	1,M,L	F,M,E	4	2	23 m	15 m	Ovoïde	Lente	Dense	Élevé

Nom scientifique	Nom commun	Zone de rusticité	Sols ¹	Humidité ²	Sécheresse ³	Engorgement ³	H	I	Port	Croissance	Porosité feuillage été	Rapport C : N des feuilles
<i>Celtis occidentalis</i>	Micocoulier occidental	3	1,M,L	M,E	4	3	18 m	8 m	Parapluie	Moyenne	Dense	Élevé
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Févier d'Amérique	4a	1,M	M	5	3	18 m	16 m	Étalé	Moyenne	Dense	Moyen
<i>Gymnocladus dioicus</i>	Chicot du Canada	4b	1,M,L	M	4	2	25 m	14 m	Ovoïde, cime étroite	Très lente	Moyenne	Faible
<i>Juglans ailantifolia</i> var <i>cordiformis</i>	Noyer en cœur	4b	M,L	M	3	3	15 m		Arrondi	Moyenne	Poreux	Élevé
<i>Juglans cinerea</i> x <i>juglans ailantifolia</i> var <i>cordiformis</i>	Noyer "buartnut"	4b	M,L	M	3	3	10 m	26 m	Arrondi	Moyenne	Poreux	Élevé
<i>Juglans nigra</i>	Noyer noir	4b	M	M	3	2	30 m	20 m	Arrondi	Moyenne	Poreux	Élevé
<i>Populus deltoides</i>	Peuplier deltoïde	2a	M	M,E	2	4	28 m	21 m	Pyramidal	Très rapide	Moyenne	Élevé
<i>Populus sp.</i>	Peuplier hybride	3	M	M,E	2	2	25 m	8 m	Élancé	Très rapide	Moyenne	Élevé
<i>Prunus americana</i>	Prunier d'Amérique	3b	1,M	M	3	2	8 m	6 m	Ovoïde	Rapide	Dense	Moyen
<i>Prunus serotina</i>	Cerisier tardif	2b	1,M	M	3	1	20 m	15 m	Ovoïde	Moyenne	Moyenne	Élevé
<i>Quercus alba</i>	Chêne blanc	4	1,M	M	4	2	25 m	25 m	Pyramidal	Très lente	Dense	Élevé
<i>Quercus bicolor</i>	Chêne bicolore	4b	M,L	M,E	4	3	22 m	18 m	Globulaire	Lente	Dense	Élevé
<i>Quercus macrocarpa</i>	Chêne à gros fruits	3a	1,M,L	M	4	2	20 m	20 m	Globulaire	Lente	Dense	Élevé
<i>Quercus palustris</i>	Chêne des marais	4a	M,L	M,E	3	4	15 m	8 m	Conique	Moyenne	Dense	Élevé

Nom scientifique	Nom commun	Zone de rusticité	Sols ¹	Humidité ²	Sécheresse ³	Engorgement ³	H	I	Port	Croissance	Porosité feuillage été	Rapport C : N des feuilles
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	4b	1,M,L	M	3	2	24 m	24 m	Pyramidal	Moyenne-rapide	Dense	n.d.
<i>Tilia americana</i>	Tilleul d'Amérique	3a	1,M	M	3	2	28 m	24 m	Globulaire	Rapide	Dense	Élevé
ARBUSTES												
<i>Alnus viridis subsp. crispa</i>	Aulne crispé	1a	1,M,L	M,E	3	3	2-3 m	1,5 m	Arbustif	Rapide	Moyenne	Élevé
<i>Amelanchier canadensis</i>	Amélanchier	2a	1,M,L	M	2	3	3 m	1,5 m	Arbustif	Rapide	Dense	Moyen
<i>Aronia melanocarpa</i>	Aronia noir	4a	1,M,L	M,E	3	1	1,5 m	1 m	Arbustif	Rapide	Dense	n.d.
<i>Caragana arborescens</i>	Caraganier de Sibérie (i)	2	1,M,L	F,M	5	2	5 m	2,5 m	Arbustif	Rapide	Dense	n.d.
<i>Corylus americana</i>	Noisetier américain	3b	1,M	F,M	3	2	4 m	4 m	Arrondi	Rapide	Dense	Élevé
<i>Corylus cornuta</i>	Coudrier (noisetier)	2b	1,M,L	F,M	3	2	2,5 m	4 m	Arbrisseau	Rapide	n.d.	n.d.
<i>Rosa carolina</i>	Rosier de Caroline	3	1,M	F,M	4	2	1 m	2 m	Arbustif	Rapide	Dense	n.d.
<i>Sambucus nigra L. ssp. canadensis (L.) R. Bolli</i>	Sureau du Canada	3a	M	F,M	4	2	5 m	3 m	Arbustif	Rapide	Dense	Élevé
<i>Viburnum opulus var. americanum</i>	Viorne trilobée	3a	M,L	M,E	3	2	3,5 m	2 m	Arbustif	Rapide	Dense	Élevé

¹ 1 = Léger, M = Moyen, L = Lourd ² F = Faible, M = Moyenne, E = Élevée ³ 1 = Intolérant, 5 = Tolérant

6.2. Tableau des espèces ligneuses (suite)

Nom scientifique	Nom commun	Sols	Talus ⁴	Allergisant	Valeur fauné ⁵	Pollinisateurs ⁶	Période de floraison	Biodiversité - autres
ARBRES								
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge		B,M		5	M		Les bourgeons sont une grande source de nourriture pour l'original, le cerf de Virginie et le lièvre.
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre		R		5	M		
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	Fixateur d'N; Litière riche en calcium; excellent BRP		x	4	M		
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune		M,R	x	5			
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau à papier		R	x	5			Survit bien au broutage; L'écorce est source de nourriture pour le castor; important pour les espèces d'oiseaux fouilleurs.
<i>Carya cordiformis</i>	Caryer cordiforme		R	x	3			
<i>Carya illinoensis</i>	Pacancier du nord			x	3			
<i>Carya illionensis x C. cordiformis</i>	Caryer hybride			x	3			
<i>Carya illionensis x C. ovata</i>	Caryer hybride			x	3			
<i>Carya laciniosa</i>	Caryer lacinié			x	3			
<i>Carya ovata</i>	Caryer ovale	Litière riche en calcium		x	3	N		
<i>Carya tomentosa</i>	Caryer tomenteux			x	3			

Nom scientifique	Nom commun	Sols	Talus ⁴	Allergisant	Valeur faune ⁵	Pollinisateurs ⁶	Période de floraison	Biodiversité - autres
<i>Celtis occidentalis</i>	Micocoulier occidental	Litière riche en calcium			5	P	Mai-Juin	
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Févier d'Amérique				1	M	Juin	Résiste au cerf de Virginie
<i>Gymnocladus dioicus</i>	Chicot du Canada				1		Juin	Fleurs entomophiles
<i>Juglans ailantifolia</i> var <i>cordiformis</i>	Noyer en cœur				2			Les animaux consomment ses noix.
<i>Juglans cinerea</i> x <i>juglans ailantifolia</i> var <i>cordiformis</i>	Noyer "buartnut"				2			
<i>Juglans nigra</i>	Noyer noir				2			Le papillon de lune consomme ses feuilles.
<i>Populus deltoides</i>	Peuplier deltoïde		B,M,R		4	M		
<i>Populus sp.</i>	Peuplier hybride		B,M		4	M		
<i>Prunus americana</i>	Prunier d'Amérique				1	M, N	Mai	Attire la saturnie cécropia (plus grand papillon du Québec) et ses fruits sont consommés par le cerf de Virginie, l'ours noir, le renard roux, le raton laveur, les écureuils et les oiseaux.
<i>Prunus serotina</i>	Cerisier tardif				5	M	Mai	
<i>Quercus alba</i>	Chêne blanc				5			Les fruits sont une grande source de nourriture pour les cerfs de Virginie.
<i>Quercus bicolor</i>	Chêne bicolore		B,R		5			Espèce sur le point d'être classée vulnérable ou menacée au Québec.

Nom scientifique	Nom commun	Sols	Talus ⁴	Allergisant	Valeur faune ⁵	Pollinisateurs ⁶	Période de floraison	Biodiversité - autres
<i>Quercus macrocarpa</i>	Chêne à gros fruits		B,R		5			Les glands sont une bonne source de nourriture pour le cerf de Virginie.
<i>Quercus palustris</i>	Chêne des marais		B,R		5			
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge		R		5			Les fruits sont une source de nourriture pour les cerfs de Virginie.
<i>Tilia americana</i>	Tilleul d'Amérique	Litière riche en azote et en minéraux	R	x	5	M	Juil	
ARBUSTES								
<i>Alnus viridis subsp. crispa</i>	Aulne crispé	Fixateur d'N	B,M,R		4	M		
<i>Amelanchier canadensis</i>	Amélanchier		R		4	M	Mai-juin	
<i>Aronia melanocarpa</i>	Aronia noir		B,M,R		3	M	mai-juin	
<i>Caragana arborescens</i>	Caraganier de Sibérie	Fixateur d'N			n.d.	M	juin	Attire les colibris
<i>Corylus americana</i>	Noisetier américain				3			
<i>Corylus cornuta</i>	Coudrier (noisetier)		B,M,R		3	M		
<i>Rosa carolina</i>	Rosier de Caroline		R		3	M	Mai- Octobre	
<i>Sambucus nigra L. ssp. canadensis (L.) R. Bolli</i>	Sureau du Canada		B,M,R		5	M	Juin	Les jeunes pousses sont consommées par certains animaux; arbuste proposé en remplacement de la berce du Caucase.
<i>Viburnum opulus var. americanum</i>	Viorne trilobée		M,R		4	M	Mai- Juin	Les fruits sont une source de nourriture pour les oiseaux l'hiver.

⁴ B = Bas, M = Milieu, R = Replat ⁵ 1 = Très faible, 5 = Très élevée ⁶ M = Mellifère, N = Nectarifère

6.2. Tableau des espèces ligneuses (suite)

Nom latin	Nom commun	Valeur bois (\$, \$\$, \$\$\$)	Usages du bois	Produits forestiers non ligneux (PFNL)	Couleur du feuillage l'automne	Fleurs et fruits
ARBRES						
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	\$\$	Contreplaqué, pâtes et papier, meubles, moulures, menuiserie	Sève	Rouge vif à orangé, parfois jaune	
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	\$\$\$	Contreplaqué, pâtes et papier, bois de charpente, meubles, jouets.	Sève, usage médicinal	Jaune, orangé, rouge, couleurs très vives	
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	\$	Placage, contreplaqué, sabots, piles / supports et articles tournés.	Usage médicinal	Jaune	
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune	\$	Contreplaqué, boîtes, caisses, objets tournés, garnitures intérieures.	Sève	Jaune	
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau à papier	\$	Contreplaqué, boîtes, caisses, objets tournés, garnitures intérieures et autres petits articles en bois de spécialité.	Sève, usage médicinal	Jaune	
<i>Carya cordiformis</i>	Caryer cordiforme	\$	Fumage des viandes, palettes, outils, échelles, meubles, planchers, panneaux	n/a	Jaune-verdâtre	
<i>Carya illinoensis</i>	Pacancier du nord	\$	Utilisé occasionnellement pour les planchers, outils.	Noix comestibles	Jaune doré à brun	
<i>Carya illinoensis x C. cordiformis</i>	Caryer hybride	\$	Poignées d'outils, échelons d'échelle, rayons de roue et revêtement de sol.	Noix comestibles	Jaune	
<i>Carya illinoensis x C. ovata</i>	Caryer hybride	\$	Meubles, planchers, outils, échelles, fumage, palettes.	Noix comestible	Jaune	
<i>Carya laciniata</i>	Caryer lacinié	\$	Poignées d'outils, échelons d'échelle, rayons de roue et revêtement de sol.	Noix comestibles	Jaune	
<i>Carya ovata</i>	Caryer ovale	\$	Meubles, planchers, outils, échelles, fumage, palettes.	Noix comestibles	Jaune-doré ou doré-bronze	

Nom latin	Nom commun	Valeur bois (\$, \$\$, \$\$\$)	Usages du bois	Produits forestiers non ligneux (PFNL)	Couleur du feuillage l'automne	Fleurs et fruits
<i>Carya tomentosa</i>	Caryer tomenteux	\$	Poignées d'outils, échelons d'échelle, rayons de roue et revêtement de sol.	Noix comestibles	Jaune	
<i>Celtis occidentalis</i>	Micocoulier occidental	n.d.	Furniture, boxes/crates, veneer, turned objects, and bent parts.	Fruits sucrés, transformation alimentaire	Jaune	
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Févier d'Amérique	n.d.	Meubles, poteaux de clôture, bois de construction utilitaire et objets tournés	n/a	Apparition tardive ; jaune doré à automne	
<i>Gymnocladus dioicus</i>	Chicot du Canada	n.d.	Poteaux de clôture, travers pour les chemins de fer	Graines rôties (café)	Jaune	Fruits: Gousses brunes persistant tout l'hiver.
<i>Juglans ailantifolia</i> <i>var cordiformis</i>	Noyer en cœur	\$\$		Noix comestibles	Jaune orangé	
<i>Juglans cinerea x juglans ailantifolia</i> <i>var cordiformis</i>	Noyer "buartnut"	\$\$	Placage, sculpture, meubles, garnitures intérieures, boîtes et caisses.	Noix comestibles	Jaune orangé	
<i>Juglans nigra</i>	Noyer noir	\$\$	Meubles, armoires, placages, objets tournés	Noix comestibles, usage médicinal	Jaune orangé	
<i>Populus deltoides</i>	Peuplier deltoïde	\$	Pâtes et papier, panneaux, particules, boîtes et caisses	n/a	Jaune	
<i>Populus sp.</i>	Peuplier hybride	\$	Pâtes et papier, panneaux, particules, boîtes et caisses	n/a	Jaune	
<i>Prunus americana</i>	Prunier d'Amérique	n/a	n/a	Fruits utilisés pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.), usage médicinal	Jaune	Fleurs: Blanches, parfumées, apparaissent en même temps que les feuilles. Fruits: Orangés ou rougeâtres, globuleux, persistants.
<i>Prunus serotina</i>	Cerisier tardif	\$\$	Bois très recherché en ébénisterie	Fruits utilisés pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.), usage médicinal	Jaune-orangé ou rouge	Fleurs: Blanches, parfumées, apparaissent avant les feuilles. Fruits: Drupes comestibles rouges puis noires.

Nom latin	Nom commun	Valeur bois (\$, \$\$, \$\$\$)	Usages du bois	Produits forestiers non ligneux (PFNL)	Couleur du feuillage l'automne	Fleurs et fruits
<i>Quercus alba</i>	Chêne blanc	\$\$\$	Meubles, revêtements de sol, moultures, menuiserie architecturale, tournages, cercueils	Glands comestibles	Rouge-violet	
<i>Quercus bicolor</i>	Chêne bicolore	\$\$	Construction maritime, l'ébénisterie et la tonnellerie, chauffage	n/a	Orangé ou brun	
<i>Quercus macrocarpa</i>	Chêne à gros fruits	\$\$	Planchers, boiserie de luxe, placages, meubles	Glands comestibles	Jaune-orangé	
<i>Quercus palustris</i>	Chêne des marais	\$\$	Armoires, meubles, garnitures intérieures, revêtements de sol et placages	Glands comestible, amers, mûrissent en 2 ans	Rouge vif	
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	\$\$	Meubles, revêtements de sol, moultures, menuiserie architecturale, tournages, cercueils	Usage médicinal	Rouge	
<i>Tilia americana</i>	Tilleul d'Amérique	\$	Sculpture, ébénisterie, contreplaqué, finition, placage	Tisanes, usage médicinal	Jaune vert	Fleurs: Jaune crème, parfumées, apparaissent en juillet après la feuillaison.
ARBUSTES						
<i>Alnus viridis subsp. crispa</i>	Aulne crispé	n/a	n/a	Poivre des dunes (chatons mâles)	Brun	
<i>Amelanchier canadensis</i>	Amélanchier	n/a	n/a	Fruits utilisés frais ou pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.)	Cuivre et pourpre; couleurs flamboyantes	Fleurs: Blanches, en grappes, apparaissent avant la feuillaison. Fruits: Baies rondes, rouges, pourpres ou bleues, fin juin à fin juillet

Nom latin	Nom commun	Valeur bois (\$, \$\$, \$\$\$)	Usages du bois	Produits forestiers non ligneux (PFNL)	Couleur du feuillage l'automne	Fleurs et fruits
<i>Aronia melanocarpa</i>	Aronia noir	n/a	n/a	Fruits utilisés pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.)	Rouge éclatant	Fleurs: Disposées en corymbe, blanches, parfumées, floraison mai-juin. Fruits: Baies noires au goût astringent, août à septembre
<i>Caragana arborescens</i>	Caraganier de Sibérie (i)	n/a	n/a	Fleurs, gousses et graines comestibles	Vert	Fleurs: Jaunes, inodores, floraison mai-juin. Fruits: Gousses brun-rouge, été.
<i>Corylus americana</i>	Noisetier américain	n/a	n/a	Noix comestibles	Jaune orangé	
<i>Corylus cornuta</i>	Coudrier (noisetier)	n/a	Artisanat, branches jadis utilisées par les sourciers (traditionnel)	Noix comestibles, usage médicinal	Jaune orangé	
<i>Rosa carolina</i>	Rosier de Caroline	n/a	n/a	Fleurs et cynorrhodons utilisés pour fabriquer des gelées et autres produits transformés.	Orange-rouge	Fleurs: Roses, parfumées. Fruits: Cynnorhodons rouges persistants l'hiver.
<i>Sambucus nigra</i> L. <i>ssp. canadensis</i> (L.) <i>R. Bolli</i>	Sureau du Canada	n/a	n/a	Fruits utilisés pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.), usage médicinal	Jaune	Fleurs: Grande inflorescence en ombelle, blanches, parfumées. Fruits: Petites baies juteuses en grappe, pourpres ou presque noires, mi-août à mi-septembre
<i>Viburnum opulus</i> <i>var. americanum</i>	Viorne trilobée	n/a	n/a	Fruits utilisés pour la transformation (confitures, gelées, sirop, etc.), usage médicinal	Cuivre-rouge, flamboyant.	Fleurs: Blanches, en ombelle, fin du printemps. Fruits: Petits, rouges orangés, persistants l'hiver

6.3. Résultats

6.3.1. Adapter les SAI aux conditions biophysiques de la zone agricole

Le tableau des espèces ligneuses (tableau 6.3) montre qu'il est possible d'intégrer des SAI dans une vaste gamme de conditions climatiques, couvrant ainsi l'ensemble de la zone agricole. Cependant, il semble que les SAI n'offrent pas les mêmes possibilités en termes de diversité spécifique selon les zones de rusticité. En effet, les espèces ligneuses adaptées aux zones 4a et plus chaudes sont beaucoup plus nombreuses (17) que celles adaptées aux zones plus froides, ce qui offre plus de latitude quant au choix des espèces à y implanter. La présence de maladies sur les ormes d'Amérique (*Ulmus americana*) et les frênes (*Fraxinus* sp.), des espèces adaptées aux zones de rusticité 2a et 2b, limite d'ailleurs cette diversité (Laboratoire Agroforesterie et paysages 2016). Quant à eux, les arbustes listés sont, pour la plupart, mieux adaptés à des conditions plus froides que les espèces d'arbres; les SAI situés dans les zones de rusticité 3a et moins gagneraient donc probablement à intégrer davantage de ces espèces arbustives afin d'accroître leur diversité spécifique. Le critère de la zone de rusticité reste cependant relativement imprécis. En effet, les conditions spécifiques dans les sites d'implantation peuvent faire varier la zone réelle et ainsi contraindre ou donner plus d'opportunités en termes de choix des espèces (McKenney et al. 2001). Les limites imposées par le climat actuel pourraient aussi ne plus tenir à moyen terme. En effet, les estimations de Prasad et al. (2020), de même que celles de Périé et deBlois (2016) et du ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs (MFFP 2018), montrent que les aires de répartition potentielles de plusieurs arbres de l'Amérique du Nord pourraient se déplacer de 300 à 700 km plus au nord que les aires actuelles. Les possibilités d'implantation de SAI pourraient ainsi suivre ce mouvement, bien que la pauvreté des sols retrouvés sous ces latitudes pourrait fortement y limiter la pratique de l'agriculture et y réduire, conséquemment, l'intérêt des SAI.

Les espèces présentées au tableau 6.2 montrent un grand éventail de conditions de croissance quant aux types de sols et aux conditions d'humidité tolérées. En supposant que l'implantation de SAI ne s'effectuerait pas sur des terres où l'agriculture est impraticable en raison des conditions pédologiques, il semble donc que ces systèmes puissent être viables tant dans des régions où les conditions bioclimatiques facilitent la pratique de l'agriculture

que dans celles où elles la limitent. Les succès d'implantation des SAI dans des régions contrastées du Québec (du sud de la Montérégie à la Gaspésie) témoignent d'ailleurs de cette grande possibilité d'adaptation (CRAAQ 2020, Laboratoire Agroforesterie et paysages 2016).

Il est possible de prévoir la composition spécifique des SAI en fonction d'une certaine résilience face aux stress qui seront amplifiés par les changements climatiques. En termes de stress hydrique, dix (10) espèces présentent une très bonne ou une excellente tolérance à la sécheresse (classes 4 et 5) et quatre présentent une très bonne tolérance à l'engorgement (classe 4). L'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), le caryer cordiforme (*Carya cordiformis*), le micocoulier occidental (*Celtis occidentalis*), le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*), le chêne bicolore (*Quercus bicolor*) et le chêne des marais (*Quercus palustris*) présentent un assez bon niveau de tolérance aux deux types de stress (somme des classes de 7 ou plus et classes minimales de 3). Comme ces espèces présentent des conditions de croissance variées, notamment en matière de zones de rusticité et de types de sols, l'outil démontre la possibilité d'aménager, dans plusieurs régions du Québec, des SAI qui soient à la fois adaptés aux conditions présentes, résilients face aux changements climatiques et diversifiés.

6.3.2. Aménager les SAI pour répondre aux enjeux des territoires ruraux

La grille multicritère et le tableau des espèces ligneuses montrent qu'il est possible de choisir des paramètres d'aménagement qui permettront d'optimiser la réponse des SAI pour chacun des enjeux vécus au sein des territoires.

Le choix des parcelles d'implantation est crucial pour apporter une réponse aux enjeux de qualité de l'eau et de l'air, de biodiversité (connectivité) et d'attractivité. Le choix des parcelles est important, mais dans une moindre mesure, lorsqu'il est question d'enjeux de rentabilité et de qualité des sols. Le seul enjeu répertorié étant complètement indépendant du choix des parcelles est celui de la lutte aux changements climatiques envisagé sous l'angle

de la séquestration de carbone, qui dépend surtout de la densité d'espèces ligneuses dans le SAI et, dans une moindre mesure, de la vitesse de croissance et de la longévité de ces espèces.

Les choix d'aménagement ayant un impact sur la provision des services écosystémiques sont pour leur part peu nombreux. Le nombre de strates végétales aura principalement une incidence sur la biodiversité et l'attractivité et, dans une moindre mesure, sur la réduction des vents et la diversification des produits issus du système. La densité d'espèces ligneuses à l'hectare influencera directement le microclimat de la parcelle et la séquestration de carbone, donc affectera l'adaptation et la lutte aux changements climatiques. Cette densité influencera aussi les rendements agricoles, ainsi que les volumes de bois et de produits forestiers non ligneux (PFNL) qui pourraient être récoltés, donc aura un impact sur la rentabilité du système. La densité d'arbres à l'hectare influencera aussi évidemment la provision des autres services écosystémiques par les SAI, mais à des degrés moindres que le choix des parcelles, des espèces ou des autres paramètres d'aménagement.

L'attractivité des systèmes dépendra avant tout de leur visibilité et de leur accessibilité, et donc du choix des parcelles, mais aussi de leur appréciation relative par rapport aux paysages qu'ils modifieront. À ce titre, la diversité des espèces ligneuses et l'espacement des rangées devraient être considérés en fonction des préférences territoriales (Laroche et al. 2020). Les espèces répertoriées dans le tableau 6.3 montrent que les arbres et arbustes offrent, au-delà de leur dimension et de leur port, des couleurs contrastées en automne variant du jaune au rouge flamboyant qui pourraient influencer les choix en matière d'attractivité, surtout dans des régions fortement touristiques en automne. Les arbustes et quelques espèces d'arbres présentent aussi des floraisons et des fructifications dont les caractéristiques visuelles et olfactives pourraient être prises en compte dans une perspective d'attractivité ou d'amélioration du cadre de vie. La production de produits forestiers non ligneux pourrait aussi ajouter un élément d'attractivité à ces systèmes, surtout s'ils sont accessibles au public.

La rentabilité des systèmes sera pour sa part assurée par la gestion des interactions entre les espèces ligneuses et les espèces agricoles en fonction des sources de revenus visées à court, moyen et long terme. La réduction, ou à tout le moins l'optimisation des coûts d'implantation et d'entretien aura aussi un effet non négligeable sur cette rentabilité. Encore une fois, le choix des parcelles s'avérera déterminant, notamment pour assurer une bonne orientation des rangées et des conditions de croissance optimales pour les espèces ligneuses, mais aussi agricoles, envisagées. La densité de plantation des espèces ligneuses devra aussi être prise en compte, tout comme leur choix.

Le potentiel des espèces ligneuses à apporter une réponse aux enjeux vécus sur le territoire agricole est plutôt variable. En matière de contribution à la qualité des sols, seules quelques espèces se démarquent par leurs apports spécifiques potentiels. L'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et le chicot du Canada (*Gymnocladus dioica*) présentent des litières au rapport C : N plutôt faible, ce qui indique qu'ils libéreront plus rapidement l'azote contenu dans leurs feuilles pour les cultures. Autrement, peu d'espèces présentent un intérêt en elles-mêmes : seules quatre (4) espèces répertoriées sont fixatrices d'azote, trois (3) offrent une litière riche en calcium et peu d'entre elles peuvent être implantées en milieu ou bas de talus pour contrer l'érosion des sols. Par contre, en ce qui a trait à la qualité de l'air, le choix des espèces s'avère déterminant. Le tableau 6.3 présente en effet onze (11) espèces d'arbres ayant un caractère allergisant. Les genres *Betula*, *Carya* et *Tilia*, de même qu'*A. glutinosa* devraient notamment être évités si ce critère de potentiel allergisant doit être pris en considération dans le choix des aménagements. La plupart des espèces ligneuses montrent une bonne contribution à la biodiversité (cote d'utilité pour la faune de 3 ou plus), et six d'entre elles offrent à la fois une valeur maximale pour la faune et attirent les pollinisateurs (*A. rubrum*, *A. saccharum*, *C. occidentalis*, *P. serotina*, *T. americana* et *Sambucus nigra*). Le tableau permet aussi de constater que la valeur pour la faune des SAI qui miseraient sur une forte présence de noyers (*Nigra ssp.*) serait relativement faible, puisque les espèces de ce genre ont une cote d'utilité faible (2). Les systèmes misant sur la production de bois de qualité et de noix (en utilisant des noyers, par exemple) devraient donc, dans un esprit d'accroissement de leur contribution

à la biodiversité, intégrer d'autres espèces ligneuses dont les valeurs à ces égards sont plus élevées.

En matière de rentabilité, onze (11) espèces ligneuses offrent un bois bien rémunéré sur les marchés (classes de prix \$\$ ou \$\$\$), alors que vingt-neuf (29) produisent des noix, des fruits, des graines ou d'autres produits comestibles et onze (11) présentent un intérêt médicinal. La plupart de ces PFNL ne bénéficient cependant pas encore de marchés bien développés, ce qui restreint leur portée financière mais n'affecte en rien leur intérêt pour un usage privé ou pour leur valorisation à travers des circuits informels ou locaux, en plus de constituer des opportunités de développement pour les entrepreneurs intéressés par des productions de niche (Club des producteurs de noix du Québec [CPNQ] 2014).

Enfin, il semble que certaines espèces présentent une plus grande multifonctionnalité que d'autres. En outre, l'érable à sucre (*A. saccharum*) présente à la fois une haute valeur pour la biodiversité, un bon potentiel économique (haute valeur du bois sur les marchés ou production de sirop) et un feuillage fort attrayant en automne. Le micocoulier (*Celtis occidentalis*) produit pour sa part une litière riche en calcium et présente une valeur pour la biodiversité relativement élevée (4), en plus d'attirer les pollinisateurs et de produire des fruits pouvant être utilisés en transformation alimentaire. Le cerisier tardif (*Prunus serotina*) possède une valeur élevée pour la faune et les pollinisateurs, produit un bois recherché en ébénisterie à très bonne valeur commerciale, en plus de produire des fruits comestibles et de présenter des fleurs et des feuilles attrayantes d'un point de vue paysager. Cependant, bien que certaines espèces présentent un potentiel multifonctionnel, la maximisation de ces usages n'est pas toujours possible. Par exemple, l'élagage des arbres à noix ou producteurs de fruits pour favoriser la production de bois de qualité entraînera une plus faible production de fruits et pourrait en compliquer la récolte (CPNQ 2014, Rivest et al. 2010). À défaut de pouvoir profiter de l'ensemble des fonctions d'une seule espèce, les designs auraient ainsi tout avantage à miser sur une diversité d'espèces pour accroître leurs fonctions.

6.4. Discussion

6.4.1. Une multifonctionnalité plus explicite

L'aménagement intégré des territoires doit pouvoir reposer sur des outils d'aide à la décision pertinents (Sayer et al. 2013). À cet égard, la grille critériée et le tableau des espèces ligneuses fournissent des indications importantes pour l'aménagement des SAI dans une perspective territoriale. Les outils démontrent d'abord que les choix des parcelles, des aménagements et des espèces peuvent tous trois être réfléchis pour optimiser la réponse offerte par les SAI aux enjeux vécus sur les territoires. Ces outils démontrent donc la faisabilité d'envisager l'implantation de SAI dans une perspective de construction de paysages durables. Ils permettent aussi de cibler les parcelles et les aménagements prioritaires pour faire face à différents enjeux simultanément. À ce titre, il est intéressant de noter que plusieurs critères de choix des parcelles ou des aménagements se réfèrent à plus d'un enjeu. De même, les espèces ligneuses présentent des caractéristiques qui permettent de fournir plusieurs services simultanément. Ainsi, bien que cette multifonctionnalité soit connue des experts, elle est maintenant explicitée à travers des indicateurs rassemblés au sein des mêmes sources, ce qui facilite la prise de décision tant au niveau territorial qu'au niveau des exploitations agricoles.

6.4.2. Au-delà des outils, la nécessité d'une vision systémique

Malgré leur relative exhaustivité, les outils ne peuvent être considérés comme complets. En effet, plusieurs critères de choix des espèces, tels que la qualité génétique ou la disponibilité des plants sur les marchés, ne sont pas mentionnés dans le tableau des espèces ligneuses bien qu'ils constituent des éléments importants à prendre en compte pour assurer une implantation réussie (Dupraz et Liagre 2011, Rivest et al. 2010). Le recours à des outils permettant une discrimination plus fine des espèces à implanter sur les parcelles reste en ce sens indispensable et rappelle la nécessité de combiner les outils disponibles pour en arriver à des aménagements réellement optimaux. À cette nécessité de la combinaison des outils s'ajoute celle de la vision systémique. En effet, comme le rappellent Schroth (1995) et van Noordwijk (2018), la réussite des systèmes agroforestiers passe par une gestion intégrée de leurs différentes composantes. Un choix moins optimal par rapport à certains critères pourrait ainsi être envisagé dans la mesure où d'autres actions prises au sein du système viendront

compenser ou atténuer l'effet de ce choix. En somme, c'est la gestion globale et intégrée du système, incluant les choix d'aménagement mais aussi les opérations culturelles et le suivi de son évolution, qui en déterminera le succès.

6.4.3. Les défis d'une approche territoriale

Le développement d'une approche territoriale pour envisager l'implantation de SAI pose un défi de gouvernance. Au Québec, la gestion du territoire agricole est centralisée au sein d'une instance provinciale, la *Commission de protection du territoire agricole* (CPTAQ 2021), alors que l'aménagement du territoire hors zone agricole est de la responsabilité des MRC (ministère des Affaires municipales et de l'Habitation [MAMH] 2021). Cette gestion centralisée de la zone agricole, mal arrimée à la gestion plus locale de l'aménagement des territoires, aurait contribué de façon significative au découplage du développement agricole et du développement territorial, et aurait mené au phénomène de « déterritorialisation » graduelle de l'agriculture, entendue comme une contribution décroissante des activités agricoles au développement rural (Doucet 2017, Vachon 2011).

Certains outils ont néanmoins été mis à la portée des acteurs territoriaux pour développer des projets collectifs en zone agricole. À ce titre, depuis 2012, les MRC disposent d'un outil de concertation pour l'aménagement de la zone agricole (le *Plan de développement de la zone agricole*). Quoique très efficace pour engager un dialogue entre agriculteurs et non-agriculteurs à l'échelle territoriale (Desrosiers-Côté 2019), la nature non contraignante de cet outil ne le rendrait que très partiellement efficace pour influencer le développement de la zone et des activités agricoles à l'échelle territoriale (Doyon et al. 2016). En raison de ce contexte législatif particulier et des pouvoirs restreints des MRC sur leur zone agricole, l'utilisation d'une approche territoriale pour l'implantation de SAI sur les parcelles cultivées ou en friche ne saurait garantir leur déploiement sur les territoires.

La concertation entre acteurs de différents secteurs et portant différentes représentations est l'un des ingrédients clés de stratégies d'aménagement intégrées mais aussi l'un de ses plus

grands défis (Kusters et al. 2018, Sayer et al. 2013). Les indicateurs présentés dans la grille d'aide à la décision, par leurs libellés délibérément imprécis, en appellent justement à un dialogue entre acteurs pour rassembler les données pertinentes afin de préciser ces seuils en fonction des contextes territoriaux. La grille d'aide à la décision ouvre donc les possibilités en matière de concertation en évitant le piège de se substituer aux analyses des organismes compétents et en leur laissant une voix au chapitre. Cette exigence de concertation est cependant une lame à double tranchant. Si, dans certains cas, elle renforcera effectivement des collaborations existantes ou en stimulera de nouvelles, elle pourrait s'avérer limitante dans les cas où existent des conflits ou des divergences de points de vue irréconciliables (Ayala-Ozorco et al. 2018, Kusters et al. 2018). À ce titre, l'ancrage théorique des outils pourrait en lui-même s'avérer un élément limitant cette concertation. En effet, le cadre des services écosystémiques, de même que la nature des enjeux répertoriés dans les outils, traduisent une certaine vision du monde qui ne peut prétendre à l'universalité (Schröter et al. 2014). En utilisant un cadre qui exclut des représentations marginales, nos outils accentuent la marginalisation de voix déjà peu amplifiées en matière de construction de paysages durables. En contexte québécois, les voix marginalisées à ce chapitre comprennent notamment celles des peuples autochtones, dont les représentations du monde et du territoire sont foncièrement différentes de celle proposée dans nos outils (Le Roy 2017, Marchand 2012). Dans une perspective d'inclusion, aussi importante à considérer pour la construction de paysages durables, les outils gagneraient à être mis en dialogue avec des représentations différentes (notamment celles des nations autochtones habitant ou ayant habité les territoires) afin d'apporter des éclairages nouveaux sur les réalités de nos territoires et enrichir notre compréhension de l'apport des SAI au bien-être de la planète et des humains. Ainsi, le niveau de coordination des acteurs au niveau territorial, leur volonté d'entrer en dialogue, de même que la facilité à rassembler des idées provenant de systèmes de sens différents au sein d'une même démarche d'aménagement, pourraient influencer l'utilisation, la portée et même l'utilité des outils proposés. En dépit de ces potentielles difficultés, il n'en reste pas moins que cette ouverture au dialogue demeure une meilleure option que des outils ne le permettant pas (Kusters et al. 2018).

Enfin, l'utilisation d'une approche territoriale ne devrait pas non plus exclure les premiers concernés par l'implantation des SAI, les agriculteurs. Acteurs importants des territoires et créateurs de paysages, l'implication des agriculteurs dans les processus décisionnels entourant la construction de paysages durables est absolument nécessaire. Ce constat rappelle la nécessité d'arrimer les approches et les acteurs pour planifier l'implantation des SAI sur les territoires afin de répondre aussi aux aspirations des agriculteurs, qu'ils s'inscrivent dans le système conventionnel dominant ou qu'ils s'identifient davantage à des systèmes alternatifs (Olivier 2021, Doucet 2017, Louah et al. 2017). Il rappelle aussi la nécessité de reconnaître et de valoriser, collectivement, la contribution de ces approches tant au niveau environnemental que social (Scherr et McNeely 2002). C'est précisément de ce croisement que les meilleurs choix de parcelles, d'aménagements et d'espèces ligneuses pourront se faire, au bénéfice de l'ensemble des habitants des territoires.

6.5. Conclusion

Les SAI recèlent un potentiel pour la construction de paysages durables. Les outils construits ont montré que ces systèmes peuvent s'adapter à de nombreuses conditions biophysiques et sociales rencontrées sur le territoire québécois. Les outils ont permis d'intégrer des dimensions des SAI jusqu'à maintenant peu mises en valeur, notamment leur potentiel à contribuer à l'attractivité des paysages par le choix d'espèces présentant certains caractères distinctifs, la capacité des espèces à résister à des conditions de sécheresse et d'engorgement des sols et celle à s'avérer utiles pour la biodiversité. Les outils ont aussi montré la capacité des SAI à répondre aux enjeux de l'agroécosystème québécois par le choix de parcelles et d'aménagements adaptés. L'utilisation d'outils à portée régionale s'avère complémentaire à la gamme d'outils destinés aux producteurs agricoles. Ces outils offrent aux aménagistes et aux autres acteurs la possibilité d'appréhender, à l'échelle territoriale, la contribution multifonctionnelle potentielle des SAI à la construction de paysages durables, et peuvent s'avérer des outils de plaidoyer fort pertinents pour soutenir des initiatives visant à financer l'implantation de ces systèmes de façon optimisée et réfléchie à l'échelle territoriale. Bien que l'adaptation de la grille critériée aux réalités locales soit nécessaire (notamment par

l'utilisation de seuils qui soient pertinents au niveau régional), ces outils rendent la pertinence des SAI visible et concrète pour l'ensemble des acteurs du monde rural et agricole, tout en étant conçus de façon à pouvoir être améliorés à l'avenir pour mieux refléter le potentiel de ces systèmes et faire des milieux ruraux des milieux sains et vivants.

Remerciements

Les auteurs remercient les experts agroforestiers et les étudiants des midis-agroforesterie pour leur précieuse collaboration et leurs commentaires pertinents sur ce projet. Un merci bien senti à Alain Cogliastro pour les pistes données concernant les critères à observer pour les espèces ligneuses. Cette recherche a bénéficié du soutien financier du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) et de l'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société de l'Université Laval.

Références

- AFSQ (Association forestière du Sud du Québec) (2020) « Association forestière du Sud du Québec ». Site internet disponible à <https://afsq.org/>. Consulté le 15 avril 2021.
- Agrométéo Québec (2012) Atlas agroclimatique du Québec. Disponible en ligne à <https://www.agrometeo.org/atlas/>. Consulté le 13 janvier 2021.
- Alam M, Olivier A, Paquette A, Dupras J, Revéret JP, Messier C (2014) A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems. *Agroforestry Systems* 88:679-691. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9681-x>
- Altieri MA, Nicholls CI, Henao A, Lana MA (2015) Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 35:869-890. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Anderson V, Gough WA (2020) Evaluating the potential of nature-based solutions to reduce ozone, nitrogen dioxide, and carbon dioxide through a multi-type green infrastructure study in Ontario, Canada. *City and Environment Interactions* 6:100043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100043>
- Anel B, Cogliastro A, Olivier A, Rivest D (2017) Une agroforesterie pour le Québec. Document de réflexion et d'orientation. Comité agroforesterie, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Québec, 73 p.
- Antrop M (2000) Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77:17-28. DOI:0167-8809/00/\$
- Asselin S, Bachand S, Christin C, Bonvalot Y (1998) Liens entre les pollens allergènes, leur mesure et les symptômes ressentis. Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- Ayala-Orozco B, Rosell JA, Merçon J, Bueno I, Alatorre-Frenk G, Langle-Flores A, Lobato A (2018) Challenges and Strategies in Place-Based Multi-Stakeholder Collaboration for Sustainability: Learning from Experiences in the Global South. *Sustainability* 10(9):3217. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093217>
- Bambrick AD, Whalen JK, Bradley RL, Cogliastro A, Gordon AM, Olivier A, Thevathasan NV (2010) Spatial heterogeneity of soil organic carbon in tree-based intercropping systems in Quebec and Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 79:343-353. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9305-z>
- Beaudette C, Bradley RL, Whalen JK, McVetty PBE, Vessey K, Smith DL (2010) Tree-based intercropping does not compromise canola (*Brassica napus*L.) seed oil yield and

- reduces soil nitrous oxide emissions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 33–39. DOI: 10.1016/j.agee.2010.06.014
- Bélisle M, Desrochers A, Fortin M-J (2001) Influence of forest cover on the movements of forest birds: a homing experiment. *Ecology* 82:1893–1904. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1893:IOFCOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1893:IOFCOT]2.0.CO;2)
- Benjamin K, Bouchard A, Domon G (2007) Abandoned farmlands as components of rural landscapes: An analysis of perceptions and representations. *Landscape and Urban Planning* 83: 228-244. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.04.009
- Bennett EM, Baird J, Baulch H, Chaplin-Kramer R, Fraser E, Loring P, Morrison P, Parrott L, Sherren K, Winkler KJ, Cimon-Morin J, Fortin MJ, Kurylyk BL, Lundholm J, Poulin M, Rieb JT, Gonzalez A, Hickey GM, Humphries M, Bahadur KC, Lapen D (2021) Ecosystem services and the resilience of agricultural landscapes. *The Future of Agricultural Landscapes, Part II* : 1-43. DOI: 10.1016/bs.aecr.2021.01.001.
- Benoit M, Rozzo D, Marraccini E, Moonen AC, Galli M, Lardon S, Rapey H, Thenail C, Bonari E (2012) Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics. *Landscape Ecology* 27:1385-1394. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9802-8>
- Bentrup G, Dosskey M, Wells G (2008) Conducting landscape assessment for agroforestry. AF Note 39, USDA, 4 p. Disponible en ligne à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an39g11.pdf>. Consulté le 13 mars 2018.
- Bentrup G, Hopwood J, Adamson NL, Vaughan M (2019) Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. *Forests* 10: 981. DOI: 10.3390/f10110981
- Bergeron M, Lacombe S, Bradley RL, Whalen J, Cogliastro A, Jutras MF, Arp P (2011) Reduced soil nutrient leaching following the establishment of tree-based intercropping systems in Canada. *Agroforestry Systems* 83:321-330. DOI: 10.1007/s10457-011-9402-7
- Berkes F, Colding J, Folke C (2002) Introduction. In Berkes F, Colding J, Folke C (Eds.) *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change* (pp. 1-30). Cambridge: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511541957.003
- Bernier-Leduc M, Vanasse A, Olivier A, Buissonière D, Maisonneuve C (2009) Avian fauna in windbreaks integrating shrubs that produce non-timber forest products. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131:16-24. DOI: 10.1016/J.AGEE.2008.09.008
- Betbeder J, Hubert-Moy L, Burel F, Corgne S, Baudry J (2015) Assessing ecological habitat structure from local to landscape scales using synthetic aperture radar. *Ecological Indicators* 52:545-557. Hal: <https://hal-univ-rennes1.archives-ouvertes.fr/hal-01110146>

- Black SH, Hodges N, Vaughan M, Shepherd M (2008) Pollinators in Natural Areas: A Primer on Habitat Management. Document disponible à http://www.xerces.org/pubs_merch/Managing_Habitat_for_Pollinators.htm. Consulté le 14 février 2019.
- Bossuet L, Simard M (2013) Mutation des espaces ruraux sous l'effet des migrations : Regards croisés entre la France et le Québec. *Géographie, économie, société* 15 :5-9. Disponible en ligne à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01000069/document>. Consulté le 15 avril 2019.
- Bouffroy E, Varin M, Duclos I, Blouin D, Lessard G (2015) Amélioration de la biodiversité dans le milieu agricole de la Côte-de-Beaupré -Année 1 (2014-2015) et Année 2 (2015-2016). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) et Institut de technologie agroalimentaire (ITA). Rapport 2016-07, 196pages + 7annexes.
- Boutin C, Jobin J, Bélanger L (2003) Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscape of southern Québec, Canada. *Agriculture Ecosystems and Environment* 94: 73-87. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00014-2
- Caron L (dir.), Duchesne L, Grodon A, Khasa D, Kort J, Olivier A, Rivest D, Vézina A (2009) Agroforesterie. *Dans* Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Manuel de foresterie, 2e éd. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, p. 849-872.
- Carrier M, Rhéaume Gonzalez FA, Cogliastro A, Olivier A, Vanasse A, Rivest D (2019) Light availability, weed cover and crop yields in second generation of temperate tree-based intercropping systems. *Field Crops Research* 239:30-37, DOI: 10.1016/j.fcr.2019.05.004.
- Chabot NJ (1948) Plantes mellifères du Québec. Ministère de l'agriculture du Québec, division de l'agriculture. Disponible à <https://www.agrireseau.net/apiculture/documents/PLANTES%20MELLIF%20C3%88RES%20DU%20QU%20C3%89BEC%20version%202.pdf>. Consulté le 12 octobre 2020.
- Chiffot V, Rivest D, Olivier A, Cogliastro A, Khasa D (2009) Molecular analysis of arbuscular mycorrhizal community structure and spores distribution in tree-based intercropping and forest systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131:32-39. DOI: 10.1016/j.agee.2008.11.010
- CPNQ (Club des producteurs de noix du Québec) (2014) Arbres à noix comestibles, 2e édition. 14 p. Disponible en ligne à https://www.noixduquebec.org/uploads/1/9/2/2/19220259/fiches_techniques_-_arbres_%20C3%A0_noix_par_le_cpncq.pdf. Consulté le 13 avril 2020.
- CPTAQ (Commission de protection du territoire agricole du Québec) (2021) Plans de la zone agricole. Accessible en ligne à

<http://www.cptaq.gouv.qc.ca/index.php?id=116&MP=20-145>. Consulté le 12 janvier 2021.

CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec) (2020) Réseau de sites de démonstration en agroforesterie. Outils web au service du secteur agricole et agroalimentaire. Disponible en ligne à <https://outils.craaq.qc.ca/reseau-de-sites-de-demonstration-en-agroforesterie/recherche>. Consulté le 3 avril 2021.

Cuellar MA, Allaire SE, Lange S, Bradley RL, Parsons WFJ, Rivest D, Cogliastro A (2017) Greenhouse gas dynamics in a tree-based intercropping system. *Canadian Journal of Soil Sciences* 97: 382-393. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0081>

Current DA, Brooks KN, Folliott PF, Keefe M (2009) Moving agroforestry into the mainstream. *Agroforestry Systems* 75(1): 1-3. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9187-5>

de Almeida AT, Geiger MJ, Morais DC (2018) Challenges in multicriteria decision methods, *IMA Journal of Management Mathematics* 29(3): 247–252. DOI: [doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1093/imaman/dpy005](https://doi.org/10.1093/imaman/dpy005)

Deschênes M, Bélanger L, Giroux JF (2003) Use of farmland riparian strips by declining and crop damaging birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 567-577. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00177-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00177-9)

Desrochers A, Bélisle M, Morand-Ferron J, Bourque J (2011) Integrating GIS and homing experiment to study avian movement cost. *Landscape Ecology* 26:47-58. DOI: [10.1007/s10980-010-9532-8](https://doi.org/10.1007/s10980-010-9532-8)

Desrosiers-Côté M, Doyon M (2019) L'incidence des plans de développement de la zone agricole (PDZA) sur la sociabilité et les représentations agricoles. *Cahiers de géographie du Québec* 176: 277-295. DOI: <https://doi.org/10.7202/1063107ar>

Doblas-Miranda E, Paquette A, Work T (2014) Intercropping trees' effect on soil oribatid diversity in agro-ecosystems. *Agroforestry Systems* 88:671-678.

Dosskey M, Bentrup G, Wells G (2008) Indicators and guidelines for landscape assessment and planning for agroforestry. AF Note 40, USDA, 4 p. Accessible en ligne à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an40g12.pdf>. Document consulté le 12 février 2019.

Dosskey MG, Eisenhauer DE, Helmers MJ (2005) Establishing conservation buffers using precision information. *Journal of Soil and Water Conservation* 60: 349-354.

Doucet C (2017) Modèle agricole territorial en émergence au Québec : le cas de la région de l'Outaouais. Thèse. Gatineau, Université du Québec en Outaouais, Département des sciences sociales, 483 p. Disponible à <http://di.uqo.ca/id/eprint/939/>. Document consulté le 13 mars 2019.

- Dougherty MC, Thevathasan NV, Gordon AM, Lee H, Kort J (2009) Nitrate and Escherichia coli NAR analysis in tile drain effluent from a mixed tree intercrop and monocrop system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131: 77-84. DOI:10.1016/j.agee.2008.09.011
- Doyon M, Desrosiers-Côté M, Loyer F (2016) Les PDZA : un renouvellement de la gouvernance agricole. *Revue vie économique* 8. Disponible en ligne à <http://www.eve.coop/?a=251>. Document consulté le 13 avril 2020.
- Doyon M, Klein JL, Veillette L, Bryant C, Yom C (2013) La néoruralité au Québec : facteur présentiel d'enrichissement collectif ou source d'embourgeoisement. *Géographie, économie, société* 15 :117-137. DOI: 10.3166/ges.15.117-137
- Dupras J, Lévesque A, Pelletier-Guittier C, Beaumont M, Zaga-Mendez A, Bissonnette J-F, Theau J, Dupuch A, Doyon F, Gonzalez A (2020) Pérenniser les pratiques agroenvironnementales et les aménagements agroforestiers linéaires: une analyse écologique et socio-économique pour augmenter la résilience des systèmes agricoles face aux changements climatiques. *Ouranos, Rapport de recherche*, 66 p. Accessible en ligne à <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDupras2020.pdf>. Document consulté le 15 mai 2021.
- Dupraz C, Liagre F (2011) *Agroforesterie: des arbres et des cultures*. Éditions France agricole, 432 p.
- Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (2005) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington DC. Disponible en ligne à <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Document consulté le 14 janvier 2017.
- FAO (2020). *The State of the World's Forests*. Disponible en ligne à <http://www.fao.org/3/ca8642en/CA8642EN.pdf>. Consulté le 15 avril 2021.
- FIHOQ et AQPP (Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec et Association québécoise des producteurs en pépinières) (2021). *Répertoire des végétaux à implanter en bandes riveraines*. Disponible en ligne à <https://quebecvert.com/medias/D1.1.5B-1.pdf>. Consulté le 15 mars 2021.
- Fortier J, Truax B, Gagnon D, Lambert F (2013) Root biomass and soil carbon distribution in hybrid poplar riparian buffers, herbaceous riparian buffers and natural riparian woodlots on farmland. *Springer Plus* 2:539. DOI: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-539>
- FPFQ (Fédération des producteurs forestiers du Québec) (2021) *Prixbois*. Site internet de la FPFQ. Accessible en ligne à <http://www.prixbois.ca/>. Consulté le 15 avril 2021.

- Franco D, Franco D, Mannino I, Zanetto G (2003) The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: The role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and Urban Planning* 62:119-138. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00127-5
- Garrett HE, McGraw RL, Walter WD (2009) Alley Cropping Practices. In Garrett HE (eds). *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*. 2e édition. American Society of Agronomy, Madison, United States, pp. 133-162.
- Gibbs S, Koblents H, Coleman B, Gordon AM, Thevathasan N, Williams P (2016) Avian diversity in a temperate tree-based intercropping system from inception to now. *Agroforestry Systems* 90: 905-916. DOI: 10.1007/s10457-016-9901-7
- Gonzalez A, Thompson P, Loreau M (2018) Spatial ecological networks: planning for sustainability in the long-term. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.03.012
- Grala RK, Tyndall JC, Mize CW (2010) Impact of field windbreaks on visual appearance of agricultural lands. *Agroforestry Systems* 80:411–422. DOI: 10.1007/s10457-010-9335-6
- Guimond L, Jean B (2017) Québec. State of Rural Canada Report. Disponible en ligne à <http://sorc.crrf.ca/quebec/>. Page consultée le 14 mars 2019.
- Hightshoe GL (1988) Native trees, shrubs, and vines for urban and rural America : a planting design manual for environmental designers. Van Nostrand Reinhold
- ISQ (Institut de la statistique du Québec) (2018) Indice de vitalité économique des territoires. Disponible en ligne à <https://statistique.quebec.ca/fr/document/indice-de-vitalite-economique-des-territoires>. Consulté le 12 janvier 2021.
- Jacques LS, Dion JP, Lebel F, Simard C, Zussy S, Nolet J, Sauvé C, Vézina A (2009) Analyse de la faisabilité économique des aménagements agroforestiers pour les producteurs agricoles, Volet 2 de l'étape 6 du projet "Biens et services environnementaux et agroforesterie: l'intérêt du producteur et de la société". La Pocatière, 21 p.
- Jobin B, Langevin R, Allard M, Labrecque S, Dauphin D, Benoit M, Aquin P (2013) Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes: étude de cas au lac Saint-Pierre. Service canadien de la faune. Disponible en ligne à http://belsp.uqtr.ca/id/eprint/268/1/Jobin%20et%20al._2013_Analyse%20paysage_habitats_oiseaux%20migrateurs_A.pdf. Consulté le 15 février 2021.
- Jose S (2009) Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems* 76: 1-10. DOI: 10.1007/s10457-009-9229-7

- Kusters K, Buck L, de Graaf M, Minang P, van Oosten C, Zagt R (2018) Participatory Planning, Monitoring and Evaluation of Multi-Stakeholder Platforms in Integrated Landscape Initiatives. *Environmental Management* 62: 170–181. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0847-y>
- Laboratoire Agroforesterie et paysages (2016) Annexe 2 - Arbres et arbustes utilisés pour les essais. MRC du Rocher-Percé, 4 p. Disponible à <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabAgf-FicheAnnexe2-EssencesEnvisagees.pdf>. Consulté le 6 mars 2020.
- Laboratoire rural Agroforesterie et paysages (2015) Fiche 6 - Perceptions et adoption. MRC du Rocher-Percé, 6 p. Disponible à <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabAgf-Fiche6-PerceptionsAdoption.pdf>. Consulté le 6 mars 2020.
- Lamoureux S, Dion C (2016) Guide de recommandation - Aménagement et pratiques favorisant la protection des oiseaux champêtres. Québec, Regroupement Québec Oiseau, 198 p.
- Laroche G, Domon G, Olivier A (2020) Exploring the social coherence of rural landscapes featuring agroforestry intercropping systems using locals' visual assessments and perceptions. *Sustainability Science* 15:1337–1355. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00837-3>
- Laroche G, Olivier A (2015) Contexte politique québécois et pratique de l'agroforesterie au Québec: état des lieux. *The Forestry Chronicle* 91:524-533. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc2015-091>
- Le Roy E (2017) Représentations d'espaces et droits territoriaux autochtones chez les Premières Nations du Canada. *Recherches amérindiennes du Québec* 46:79-90. DOI: <https://doi.org/10.7202/1040437ar>
- Louah L, Visser M, Blaimont A, de Cannière C (2017) Barriers to the development of temperate agroforestry as an example of agroecological innovation: Mainly a matter of cognitive lock-in? *Land Use Policy* 67: 86-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.001>
- LPTAAQ, RLRQ P-41.1
- Maisonneuve C, Rioux S (2001) Importance of riparian habitats for small mammal and herpetofaunal communities in agricultural landscapes of southern Québec. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83:165-175. DOI:10.1016/S0167-8809(00)00259-0
- MAMH (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation) (2021). Gouvernance municipale en développement local et régional. Site du MAMH. Disponible en ligne à <https://www.mamh.gouv.qc.ca/developpement-territorial/gouvernance-municipale-en-developpement-local-et-regional/>. Consulté le 18 mars 2021.

- Marchand E (2012) La représentation sociale de l'espace traditionnel des autochtones par rapport à celle du territoire des allochtones : l'exemple de la forêt mauricienne, 1534-1934. *Cahiers de géographie du Québec* 56:157. DOI: DOI: 10.7202/1015307ar
- Martin AC, Zim HS, Nelson AL (1961) *American Wildlife and Plants: A Guide to Wildlife Food Habits*. United States Fish and Wildlife Services, 512 p.
- Matthews S, Pease SM, Gordon AM, Williams PA (1993) Landowner perceptions and the adoption of agroforestry practices in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 21:159-168. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00705227>.
- McKenney DW, Hutchinson MF, Kesteven JL, Venier LA (2001) Canada's plant hardiness zones revisited using modern climate interpolation techniques. *Canadian Journal of Plant Science* 81: 129-143. DOI: <https://doi.org/10.4141/P00-030>
- Meier E (2021) The Wooddatabase. Accessible en ligne à <https://www.wood-database.com/>. Consulté le 15 avril 2021.
- MFFP (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) (2018) Outil des aires de distribution des espèces. En ligne à <https://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>. Consulté le 8 mars 2021.
- Middleton H (2001) *Agroforestry and Its Effects on Ecological Guilds and Arthropod Diversity*. M.Sc. (Forestry) Thesis. Faculty of Forestry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada
- Mitchell MGE, Bennett EM, Gonzalez A, Lechowicz MJ, Rhemtulla JM, Cardille JA, Vanderheyden K, Poirier-Ghys G, Renard D, Delmotte S, Albert CH, Rayfield B, Dumitru M, Huang HH, Larouche M, Liss KN, Maguire DY, Martins KT, Terrado M, Ziter C, Taliana L, Dancose K (2015) The Montérégie Connection: linking landscapes, biodiversity, and ecosystem services to improve decision making. *Ecology and Society* 20. DOI: <https://www.jstor.org/stable/26270281>
- Moisan-De Serres J, Chagnon M, Fournier V (2013) Influence of windbreaks and forest borders on abundance and species richness of native pollinators in low-bush blueberry fields in Québec, Canada. *Canadian Entomologist* 147: 432-442. DOI: 10.4039/tce.2014.55
- MSSS (Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec) (2018) Herbe à poux et autres pollen allergènes - Gestion et contrôle des autres espèces de pollens allergènes. Site du MSSS, en ligne <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/pollens/gestion-et-contrrole-des-autres-especes-de-pollens-allergenes/>. Consulté le 15 avril 2021.

- Nasielski J, Furze JT, Bargaz A, Thevathasan NV, Isaac ME (2015) Agroforestry promotes soybean yield stability and N₂-fixation under water stress. *Agronomy for Sustainable Development* 35:0. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0330-1>
- Naveh Z (2001) Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 57(3):269-284. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00209-2
- Niinemets Ü, Valladares F (2006) Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs* 76: 521-547. DOI: 10.1890/0012-9615(2006)076[0521:TTSDAW]2.0.CO;2
- Olivier A (2021) *La révolution agroécologique: nourrir les humains sans détruire la planète*. Montréal, Écosociété.
- Olivier A, Paquette A, Cogliastro A, Rousseau A, Messier C, Rivest D (2013) Contribution de systèmes agroforestiers multifonctionnels à la capacité d'adaptation aux changements climatiques des agro-écosystèmes. *Ouranos*.
- Ouellet B (2013) *L'habitat des pollinisateurs en milieu agricole: éléments à considérer pour en assurer la conservation et la restauration au Québec*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, 127 p.
- Ouellet F, Mundler P, Dupras J, Ruiz J (2020) "Community developed and farmer delivered." An analysis of the spatial and relational proximities of the Alternative Land Use Services program in Ontario. *Land Use Policy* 95 : 104629. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104629
- Ouranos (2015) *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos. 415 pages.
- Pavlidis G, Tsihrintzis VA (2017) Environmental Benefits and Control of Pollution to Surface Water and Groundwater by Agroforestry Systems: a Review. *Journal of Water Resources Management* 32:1-29. DOI 10.1007/s11269-017-1805-4
- Peichl M, Thevathasan NV, Gordon AM, Huss J, Abohassan RA (2006) Carbon sequestration potentials in temperate tree-based intercropping systems, southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 66: 243–257. DOI 10.1007/s10457-005-0361-8
- Perie C, de Blois S (2016) Dominant forest tree species are potentially vulnerable to climate change over large portions of their range even in high latitudes. *PeerJ*. DOI: 10.7717/peerj.22189/27
- Prasad A, Pedlar JH, Peters M, McKenney DW, Iverson L, Matthews S, Adams B (2020) Combining US and Canadian forest inventories to assess habitat suitability and migration potential of 25 tree species under climate change. *Diversity and Distributions* 26:1142-1159. DOI: 10.1111/ddi.13078

- Prévil C, Thériault M, Rouffignat J (2004) Analyse multicritère et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel? *Cahiers de géographie du Québec* 47: 35–61. DOI: <https://doi.org/10.7202/007968ar>
- Price GW, Gordon AM (1999) Spatial and temporal distribution of earthworms in a temperate intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 44: 141-149. DOI : 10.1023/A:1006213603150
- Rayfield B, Larocque G, Daniel C, Gonzalez A (2019) Une priorisation pour la conservation des milieux naturels pour les Basses-Terres du Saint-Laurent en fonction de leur importance pour la connectivité écologique. Rapport final, McGill, 36 p.
- Ressources naturelles Canada (2020) Variables climatiques employées pour définir les zones de rusticité des plantes au Canada. Disponible en ligne à <http://planthardiness.gc.ca/index.pl?m=15&lang=fr>. Consulté le 15 avril 2021.
- Ressources naturelles Canada (2021) Rusticité des plantes. Disponible en ligne à <http://planthardiness.gc.ca/index.pl?m=1&lang=fr>. Consulté le 12 février 2021.
- Reynolds PE, Simpson JA, Thevathasan NV, Gordon AM (2007) Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. *Ecological Engineering* 29:362-371. DOI : 10.1016/j.ecoleng.2006.09.024
- Rivest D, Carrier M, Gonzalez F-A, Olivier A, Cogliastro C (2018) Développement de SAI de deuxième génération au Québec. Groupe interdisciplinaire de recherche en agroforesterie (GIRAF), Québec.
- Rivest D, Cogliastro A (2019) Establishment success of seven hardwoods in a tree-based intercropping system in southern Quebec, Canada. *Agroforestry Systems* 93(3):1073-1080. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0211-0>
- Rivest D, Cogliastro A, Bradley RL, Olivier A (2010) Intercropping hybrid poplar with soybean increases soil microbial biomass, mineral N supply and tree growth. *Agroforestry Systems* 80:33-40. DOI: 10.1007/s10457-010-9342-7
- Rivest D, Cogliastro A, Olivier A (2009) Tree-based intercropping systems increase growth and nutrient status of hybrid poplar: A case study from two Northeastern American experiments. *Journal of Environmental Management* 91:432-440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.013>
- Rivest D, Cogliastro A, Vanasse A, Olivier A (2009). Production of soybean associated with different hybrid poplar clones in a tree-based intercropping system in southwestern Québec, Canada. *Agriculture Ecosystems and Environment* 131:51-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.011>

- Rivest D, Cogliastro A. 2019. Establishment success of seven hardwoods in a tree-based intercropping system in southern Quebec, Canada. *Agroforestry Systems* 93(3). DOI : 10.1007/s10457-018-0211-0
- Rivest D, Gagné G, Cogliastro A, Lorenzetti F, Dupras J (2020) Impact des systèmes agroforestiers sur la stabilité du rendement du maïs et du soya face à une réduction des précipitations. UQO, 37 p. Disponible en ligne à <https://www.agrireseau.net/grandescultures/documents/103985/impact-des-systemes-agroforestiers-sur-la-stabilite-du-rendement-du-mais-et-du-soya-face-a-une-reduction-des-precipitations>. Document consulté le 13 mai 2021.
- Rivest D, Lorente M, Olivier A, Messier C (2013) Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: Effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *Science of the Total Environment* 463-464:51-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.071>
- Rivest D, Olivier A, Gordon AM (2010) Hardwood intercropping systems: Combining wood and agricultural production while delivering environmental services. *Agriculture and Agri-Food Canada*, Cat. No. A42-108/2010E-PDF. Disponible en ligne à http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/agr/A42-108-2010-eng.pdf. Consulté le 3 octobre 2020.
- Saucier JP, Grondin P, Robitaille A, Gosselin J, Morneau C, Richard PJH, Brisson J, Sirois L, Leduc A, Morin H, Thiffault E, Gauthier S, Lavoie C, Payette S (2009) Écologie forestière. In *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (Eds) Manuel de Foresterie*, 2e édition. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, pp. 165-316.
- Sayer J, Sunderland T, Ghazoul J, Pfund JL, Sheil D, Meijaard E, Venter M, Boedhihartono AK, Day M, Garcia C, Oostenj CV, Buck LE (2013) Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *PNAS* 110(21): 8349-56. DOI: 10.1073/pnas.1210595110
- Scherr SJ, McNeely JA (2002) Reconciling agriculture and biodiversity: policy and research challenges of 'ecoagriculture'. London, UK: IIED, Equator Initiative, Ecoagriculture Partners. Disponible en ligne à <https://ecoagriculture.org/publication/reconciling-agriculture-and-biodiversity-policy-and-research-challenges-of-ecoagriculture/>. Document consulté le 15 mars 2019.
- Schröter M, van der zanden EH, van Oudenhoven APE, Remme RP, Serna-Chavez HM, de Groot RS, Opdam P (2014) Ecosystem Services as a Contested Concept: A Synthesis of Critiques and Counter-Arguments. *Conservation Letters* 7(6):514-523. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12091>
- Schroth G (1995) Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30:125-143. DOI: 10.1007/BF00708917

- Schultz L, Folke C, Olsson P (2007) Enhancing ecosystem management through social-ecological inventories: lessons from Kristianstads Vattenrike, Sweden. *Environmental Conservation* 34:140–152. DOI:10.1017/S0376892907003876
- Soil Classification Working Group (1998) *The Canadian System of Soil Classification*, 3rd ed. Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1646, 187 p.
- Stamps WT, Woods TW, Linit MJ, Garrett HE (2002) Arthropod diversity in alley cropped black walnut (*Juglans nigra* L.) stands in eastern Missouri, USA. *Agroforestry Systems* 56: 167–175. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021319628004>
- Stephenson NL, Das AJ, Condit R, Russo SE, Baker PJ, Beckman NG, Coomes DA, Lines ER, Morris WK, Ruger N, Alvarez E, Blundo C, Bunyavejchewin S, Chuyong G, Davies SJ, Duque A, Ewango CN, Flores O, Franklin JF, Grau HR, Hao Z, Harmon ME, Hubbell SP, Kenfack D, Lin Y, Makana JR, Malizia A, Malizia LR, Pabst RJ, Pongpattananurak N, Su SH, Sun IF, Tan S, Thomas D, van Mantgem PJ, Wang X, Wisser SK, Zavala MA. (2014) Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature Research Letter*. 507: 90–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nature12914>
- Tartera C (2014) *Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers*. Beloeil, Groupe ProConseil. Disponible en ligne à https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/Guide_Amanagements_Agroforestiers_LowRes_OnlineVersion.pdf. Document consulté le 13 mai 2015.
- Termoshuizen JW, Opdam P (2009) Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24:1037-1052. DOI: 10.1007/s10980-008-9314-8
- Thevathasan NV, Gordon AM, Bradley B, Cogliastro A, Folkard P, Grant R, Kort J, Liggins J, Njenga F, Olivier A, Pharo C, Powell G, Rivest D, Schiks T, Trotter D (2012) Agroforestry research and development in Canada: the way forward. In: Nair P., Garrity D. (eds) *Agroforestry - The Future of Global Land Use*. *Advances in Agroforestry*, vol 9. Springer, Dordrecht. DOI : 10.1007/978-94-007-4676-3_15
- Thevathasan NV, Gordon AM (2004) Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 61:257-268. DOI: 10.1023/B:AGFO.0000029003.00933.6d
- Trillaud-Doppia C (2012) *Un observatoire des paysages agrosylvicoles en Gaspésie : outils pour évaluer la pratique agrosylvicole dans un territoire*. Mémoire de Travail personnel de fin d'étude. École nationale supérieure d'architecture et du paysage de Bordeaux.
- Udawatta RP, Garrett HE, Kallenbach RL (2010) Agroforestry and grass buffer effects on water quality in grazed pastures. *Agroforestry Systems* 79:81-87. DOI: 10.1007/s10457-010-9288-9

- Udawatta RP, Kremer RJ, Adamson BW, Anderson SH (2008) Variations in soil aggregate stability and enzyme activities in a temperate agroforestry practice. *Applied Soil Ecology* 39:153-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.12.002>
- USDA Plant DataBase (2021) Plant DataBase. Natural Resources Conservation Services, United States Department of Agriculture. Accessible en ligne à <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>. Consulté le 15 avril 2021.
- Vachon B (1984) L'avenir de la campagne québécoise dans le contexte du nouveau droit de l'aménagement. *Cahiers de géographie du Québec* 28: 223-234. DOI: <https://doi.org/10.7202/021656ar>
- van Noordwijk M, Duguma LA, Dewi S, Leimona B, Catacutan DC, Lusiana B, Öborn I, Hairiah K, Minang PA (2018) SDG synergy between agriculture and forestry in the food, energy, water and income nexus: reinventing agroforestry? *Current Opinion in Environmental Sustainability* 34:33-42. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.09.003
- Van Sambeek JW, Navarrete-Tindall NE, Garrett HE, Lin C-H, McGraw RL, Wallace DC (2007) Ranking the Shade Tolerance of Forty-five Candidate Groundcovers for Agroforestry Plantings. *The Temperate Agroforester* 15:1-10. Accessible en ligne à https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2007/nrs_2007_vansambeek_002.pdf. Document consulté le 14 juin 2017.
- Varah A, Jones H, Smith J, Potts SG (2013) Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems. *Journal of Science, Food and Agriculture* 93: 2073–2075. DOI: DOI: 10.1002/jsfa.6148
- Vaughan M, Black SH (2006) Agroforestry Notes 33 - Improving Forage For Native Bee Crop Pollinators. USDA, 4 p. Disponible à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an33g07.pdf>. Consulté le 13 mars 2019.
- Vézina A, Talbot C (2011) Des haies brise-vent pour réduire la dérive des pesticides en verger: de la planification à l'entretien. *Biopterre, La Pocatière*, 8 p. Disponible en ligne à https://producteursdepommesduquebec.ca/wp-content/uploads/2013/12/guide_pesticide.pdf. Document consulté le 18 janvier 2020.
- Weigelhofer G, Fuchsberger J, Teufl B, Welti N, Hein T (2012) Effects of Riparian Forest Buffers on In-Stream Nutrient Retention in Agricultural Catchments. *Journal of Environmental Quality* 41:373-379. DOI: 10.2134/jeq2010.0436
- Wells G, Dosskey M, Bentrup G (2008) Landscape planning for environmental benefits. *AF Notes* 38, USDA, 4 p. Disponible en ligne à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an38g10.pdf>. Consulté le 3 janvier 2017.

- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian J-F, Ferrer A, Peigné J (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA 34 (1): 1-20. DOI: 10.1007/s13593-013-0180-7ff. ffhal-01234800f
- White JF, Bernstein DI (2003) Key pollen allergens in North America. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* 91: 425-435. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)61509-8](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)61509-8)
- Williams P, Koblents H, Gordon A (1995) Bird use of an intercropped corn field and old field in southern Ontario, Canada. In: Ehrenreich JH, Ehrenreich DL and Lee HW (eds) *Proceedings of 4th North American agroforestry conference, Boise, 23–28 July 1995*, pp 158–162.
- Winans K, Whalen JK, Cogliastro C, Rivest D, Ribaud L (2014) Soil Carbon Stocks in Two Hybrid Poplar-Hay Crop Systems in Southern Quebec, Canada. *Forests* 5:1952-1966. DOI: 10.3390/f5081952
- Wotherspoon A, Thevathasan NV, Gordon AM, Voroney RP (2014) Carbon sequestration potential of five tree species in a 25-year-old temperate tree-based intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 88: 631-643. DOI: 10.1007/s10457-014-9719-0
- Zhou BB, Wu J, Anderies JM (2019) Sustainable landscapes and landscape sustainability: A tale of two concepts. *Landscape and Urban Planning* 189:274-284. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2019.05.005

Chapitre 7 – Des systèmes à diversifier, des paysages intérieurs à réinventer

Face aux défis vécus dans les paysages agricoles modelés par des trajectoires d'intensification et de déprise, les SAI se présentent comme des alternatives potentiellement prometteuses pour construire des paysages durables. Or, leur cohérence socio-écologique, et plus particulièrement la dimension sociale de cette cohérence, restait à étudier, et des outils d'aide à la décision territoriale pour optimiser la place des SAI au sein de ces territoires, à construire. À l'aune des résultats exposés dans les chapitres précédents, que pouvons-nous en tirer ? Retour sur notre question de recherche et exploration de pistes d'approfondissement.

7.1. Synthèse et réponse à la question générale de recherche

Les SAI peuvent-ils s'intégrer de façon cohérente, sur les plans écologique et social, dans les paysages agricoles d'intensification et de déprise agricole afin de participer à la construction de paysages durables au Québec? Les différents volets de la recherche présentés aux chapitres 3 à 6 ont donné quelques pistes de réponse à cet effet. Revisitons-les afin de répondre à notre question principale.

7.1.1. Synthèse des diagnostics territoriaux, des préférences visuelles expliquées et des outils d'aménagement

Le tableau 7.1. offre un panorama synthétique des principaux résultats obtenus lors des trois volets de la recherche, afin de bien mettre en évidence les différences, mais aussi les similitudes, observées dans ces contextes. Il met en lumière que des différences importantes existent entre les deux contextes, notamment en ce qui a trait à l'importance relative des facteurs sociaux et écologiques dans l'analyse du potentiel d'intégration des SAI dans les MRC par les acteurs de terrain, de même qu'en termes d'espèces qui pourraient y être intégrées.

Tableau 7.1. Synthèse des principaux résultats.

Charlevoix-Est (déprise)	Les Maskoutains (intensification)
Volet 1 - Diagnostic territorial	
<ul style="list-style-type: none"> • Les enjeux sociaux (attractivité des paysages et la rentabilité des systèmes agricoles) sont les principaux enjeux; • Le besoin de diversifier les revenus des agriculteurs et la disponibilité des programmes de subvention sont des facteurs favorisant l'intégration des SAI; • Les faibles prix du bois (facteurs externes) limitent l'intérêt des SAI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les enjeux écologiques (sols et eau) et sociaux (rentabilité des exploitations agricoles) sont les principaux enjeux; • Les conditions biophysiques propices sont un facteur favorisant l'implantation des SAI; • Les politiques agricoles mal adaptées (externes) et les habitudes liées aux systèmes agricoles intensifs (internes) sont des facteurs limitant de façon importante la place des SAI.
Volet 1 - Place des SAI	
<ul style="list-style-type: none"> • Sites qui accroissent l'attractivité des paysages ou près des berges (érosion); • Prairies et pâturages; • Aménagements doivent être diversifiés et participer à la rentabilité des fermes; • Systèmes axés sur la production agricole ou l'esthétique des paysages. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sites qui sont situés près des cours d'eau, des routes et sur les sols sensibles à l'érosion; • Grandes cultures ou cultures maraîchères; • Aménagements doivent être diversifiés et participer à la rentabilité à <i>court terme</i> des fermes; • Systèmes surtout axés sur la production agricole.
Volet 2 - Préférences visuelles expliquées	
<ul style="list-style-type: none"> • Parmi les paysages testés, seules les prairies sont significativement plus appréciées que les paysages intégrant des SAI; • L'effet de la diversité des espèces et des écartements des aménagements de SAI varie en fonction de la région, mais <i>généralement</i>, les systèmes diversifiés sont plus appréciés; • Les SAI sont appréciés surtout pour des raisons esthétiques, mais aussi pour leurs fonctions écologiques; • Les résidents expriment clairement que les rangées d'arbres diminuent leur appréciation des SAI. 	
Volet 3 - Outils d'aide à la décision	
<ul style="list-style-type: none"> • Les SAI ont le potentiel de répondre aux enjeux écologiques et à certains enjeux sociaux des MRC; • L'éventail de possibilités d'aménagement est plus élevé dans les Maskoutains qu'à Charlevoix-Est en raison des conditions biophysiques plus favorables. 	

Ainsi, malgré des préférences visuelles exprimées par les résidents des deux MRC qui soient relativement similaires, nous répondrons à la question de recherche en approfondissant les

contextes de chacune des MRC, en analysant ces contextes à la lumière de notre cadre conceptuel des systèmes imbriqués et perçus et en décrivant chacune des dimensions de la cohérence paysagère en termes *d'adéquation* aux dimensions écologiques et sociales des paysages étudiés et de *réponse aux enjeux* qui y sont vécus (chapitre 2).

7.1.2. Les Maskoutains : une zone d'intensification agricole faite de contrastes

7.1.2.1. Un contexte écologique très favorable

Le contexte socio-écologique de la MRC des Maskoutains présente des contrastes évidents en ce qui a trait à l'influence des facteurs écologiques et sociaux sur l'intégration des SAI dans les paysages. Du point de vue biophysique, la MRC présente des conditions pédoclimatiques favorables qui permettent une grande créativité en matière d'aménagement des SAI, notamment en ce qui a trait à la diversité des espèces ligneuses et arbustives à y intégrer (chapitre 6). Donc, *l'adéquation* des SAI aux conditions biophysiques de la MRC est très élevée.

De plus, les enjeux écologiques dans la MRC des Maskoutains se sont avérés nombreux, intenses et ayant une grande importance dans l'analyse de la cohérence des SAI dans les paysages faite par les acteurs de première ligne (chapitre 4), analyse supportée par les données documentaires et les résultats des analyses préliminaires présentés au chapitre 3. Par exemple, on se souviendra que les acteurs des Maskoutains envisageaient l'implantation des SAI prioritairement sur des sites bordant des cours d'eau ou sur les terres noires, très sensibles à l'érosion, et que les SAI s'avèrent en retour en mesure de contribuer à l'amélioration des habitats aquatiques, de la qualité de l'eau et de la qualité des sols. Bien que ces enjeux n'aient pas été nommés comme des enjeux cruciaux de la part des acteurs, il n'en reste pas moins que la MRC, de par son couvert forestier très faible et la fragmentation de ses habitats, reste un territoire où l'intégration d'arbres dans les espaces agricoles répondrait à des enjeux de biodiversité et de création d'habitats cruciaux (Gonzalez et al. 2018, Dupras et al. 2020). De plus, en raison de l'intensité des activités agricoles, la création de systèmes de production résilients face aux changements climatiques, notamment en matière de résistance aux

sécheresses prolongées et aux redoux hivernaux, devient un enjeu non seulement écologique, mais également économique. Ainsi, la réponse apportée par les SAI aux enjeux écologiques vécus dans la MRC des Maskoutains est, elle aussi, très cohérente. **Conséquemment, en raison de son contexte biophysique et de l'intensité des enjeux écologiques qui y sont perçus et vécus, les SAI s'avèrent des systèmes hautement cohérents avec les dimensions écologiques des paysages de la MRC des Maskoutains.**

Le contexte écologique de la MRC des Maskoutains est aussi, à plusieurs égards, « emblématique » des problématiques associées plus largement aux systèmes et territoires d'agriculture intensive (Bennett et al. 2021, Dupras et al. 2020, MELCC 2020, Ruiz et Domon 2012). En plus d'avoir des répercussions au-delà du territoire, ces enjeux liés à la qualité de l'eau, à la biodiversité et aux changements climatiques font l'objet de plans d'action et de politiques spécifiques qui reflètent non seulement leur importance factuelle, mais aussi l'importance que le public en général leur accorde (MAPAQ 2020, MRC des Maskoutains 2017). Ainsi, le contexte écologique global fait l'objet d'un consensus assez large et s'avère, lui aussi, très cohérent avec l'utilisation de pratiques et de systèmes agricoles qui soient plus écologiques et mieux intégrés au territoire. Puisque les SAI sont présentés par leurs promoteurs comme des systèmes ayant avant tout des visées écologiques (Anel et al. 2017, Rivest et al. 2010) ce contexte global d'appui aux initiatives écologiques en milieu agricole renforce la cohérence écologique des SAI dans les Maskoutains.

7.1.2.2. Un contexte social faiblement cohérent

Sur le plan des dimensions sociales, le contexte de la MRC des Maskoutains semble moins favorable à l'implantation des SAI. D'une part, il apparaît que les acteurs ont des vues divergentes sur la place des SAI dans les paysages de leur territoire : alors que certains les envisagent dans les zones de grandes cultures et près des cours d'eau, d'autres les associent plutôt aux zones de cultures maraîchères, plus marginales mais néanmoins sensibles à l'érosion (chapitre 3). Ces divergences de vue laissent présager que les SAI pourraient s'avérer cohérents pour les uns et moins cohérents pour les autres selon les parcelles choisies

pour leur implantation. Les entrevues et le groupe de discussion ont aussi clairement montré que les intervenants étaient plutôt sceptiques quant à l'adoption de ces systèmes par les producteurs en raison de la forte pression de performance et de rentabilité à laquelle ces derniers sont soumis à l'intérieur du système de production conventionnel. Les professionnels ont également mentionné être mal outillés pour parler des SAI aux agriculteurs (chapitre 4), ce qui limite d'autant les chances que ces systèmes soient proposés comme alternatives aux producteurs agricoles et qu'ils soient ultimement intégrés dans les paysages. À ce titre, Hotelier-Rous et al. (2021), à l'instar de Tartera et al. (2012), ont bien mis en évidence le retard du Québec en matière de coordination des efforts de diffusion et de vulgarisation des SAI par rapport à la France, où ces systèmes sont beaucoup mieux connus par les intervenants (Hotelier-Rous et al. 2021).

En ce qui a trait à l'adéquation des SAI en termes d'appréciation visuelle, les résidents de la MRC ont montré qu'ils appréciaient globalement autant les paysages intégrant des SAI que les paysages agricoles ordinaires, qu'ils soient marqués par l'agriculture intensive ou les friches, ce qui démontre l'*acceptabilité* des SAI (les systèmes ne seraient pas source de nuisance), sans pour autant en démontrer une forte *désirabilité* (ils n'augmenteraient pas de façon significative l'appréciation des paysages). Or, dans l'optique de la construction de paysages durables, il est à se demander si l'acceptabilité est un critère suffisant pour justifier l'implantation de nouveaux systèmes de production, ou s'il ne vaudrait pas mieux chercher d'autres alternatives d'aménagement qui combindraient à la fois écologie et attractivité paysagère. Le fait que les rangées d'arbres diminuent l'appréciation visuelle des paysages intégrant des SAI limite aussi leur intérêt du point de vue de la création de paysages agréables pour les résidents.

En somme, si les professionnels perçoivent bien les bénéfices environnementaux des SAI, ils doutent fortement de leur adoption par les producteurs agricoles, ne s'entendent pas sur les lieux d'implantation à préconiser et se sentent peu confiants à les proposer comme alternative d'aménagement. Les résidents, de leur côté, ne démontrent pas d'intérêt marqué pour ces

aménagement, et critiquent leur linéarité. Il ressort de ces résultats que *l'adéquation* des SAI aux perceptions des professionnels et des résidents apparaît plutôt moyenne.

En matière de *réponse aux enjeux sociaux*, les SAI semblent aussi avoir plusieurs limites. En effet, les professionnels s'accordent sur le fait que ces systèmes ne doivent pas nuire à la rentabilité privée des exploitations agricoles (chapitre 3) ; ils en ont d'ailleurs fait une condition importante de leur intégration dans les paysages. Or, encore bien peu de données économiques sont disponibles pour prouver qu'en contexte d'agriculture intensive, où le prix des terres agricoles est très élevé et où l'on assiste à une hausse constante des coûts de production, les SAI peuvent véritablement améliorer le bilan financier privé des exploitations agricoles à court terme sans recourir à des mécanismes de rétribution pour des services publics (Alam et al. 2014). Ainsi, la capacité des SAI à répondre aux enjeux économiques vécus sur les exploitations agricoles est pour le moins incertaine. À l'échelle territoriale, du fait du peu d'importance de l'industrie touristique « paysagère » dans les Maskoutains, le maintien de paysages viables n'est pas un enjeu capital ; c'est avant tout une question de qualité de vie pour les habitants (Campeau 2016, MRC des Maskoutains 2017). Ainsi, même si les SAI avaient véritablement un impact positif sur l'attractivité des paysages, ceci ne répondrait qu'à un enjeu jugé somme toute mineur. Cependant, le rôle des SAI pour améliorer la cohabitation entre agriculteurs et non-agriculteurs, qui est un enjeu social plus important, semble être plus prometteur. En effet, sans s'avérer être la solution optimale, les SAI pourraient néanmoins contribuer à limiter les bruits et les odeurs en milieu agricole ainsi qu'à réduire la dérive des pesticides, bien que cette contribution dépende de plusieurs facteurs (chapitre 6). En somme, du fait de l'incertitude planant sur leur rentabilité économique à court terme et du fait de la réponse somme toute partielle qu'ils sont en mesure d'apporter aux enjeux sociaux vécus dans les paysages, la capacité des SAI à répondre aux enjeux sociaux dans la MRC apparaît relativement faible.

La capacité plutôt moyenne des SAI à s'adapter aux conditions sociales caractérisant les paysages des Maskoutains et leur capacité plutôt faible à répondre aux enjeux sociaux qui y sont vécus sont en plus limitées par certains éléments qui émanent du contexte plus global,

telles que des politiques agricoles favorisant les monocultures destinées à l'alimentation animale et étant mal adaptées à la temporalité des systèmes intégrant des arbres (chapitre 4), des habitudes liées au modèle agricole conventionnel valorisant avant tout les rendements à l'hectare (chapitre 4), ou encore l'impératif de préserver et d'assurer la rentabilité des fermes via l'accroissement des rendements (chapitres 3 et 4). Ces éléments politiques et économiques, à la fois sources de l'implantation « réussie » du modèle de production conventionnel dans la MRC (chapitre 3) et moteurs de leur maintien (Debailleul 2014, Ollivier et al. 2018), sont des facteurs stabilisateurs des paysages agricoles dans les Maskoutains puisque la plupart des entreprises agricoles évoluent à l'intérieur de ce cadre et en dépendent pour leur survie économique. Qui plus est, l'identité territoriale des Maskoutains est aussi fortement tributaire de la performance de ses entreprises agricoles (conventionnelles) et de son statut de technopole agroalimentaire, l'industrie de la transformation et de la distribution alimentaire y étant un important joueur économique. Ce contexte, fortement imprégné par les idées et les normes dictées par le modèle agricole conventionnel et le système alimentaire globalisé (Fischer 2018, Michon 2015, Powers 2010), rend l'adoption de systèmes de production marginaux tels que les SAI d'autant plus difficile qu'elle bouscule à la fois l'identité agricole et l'identité territoriale de la MRC, et qu'elle rompt avec des systèmes dont les assises sont situées hors du champ d'action des acteurs territoriaux.

L'ensemble de ces éléments nous conduit à conclure que le contexte social de la MRC des Maskoutains est, du moins pour les sous-dimensions étudiées, au mieux moyennement cohérent avec l'implantation des SAI. **Plus précisément, dans les Maskoutains, le contexte social interne présente une cohérence plutôt moyenne pour l'intégration des SAI, alors que le contexte social externe, pour sa part, présente une cohérence faible.**

7.1.2.3. Un contexte socio-écologique sous tension

En combinant les aspects écologiques et sociaux, il est possible de conclure que le contexte socio-écologique influençant l'intégration des SAI dans les paysages de la MRC des

Maskoutains est empreint de tensions (figure 7.1). En effet, alors que le contexte écologique présente une cohérence élevée, le contexte social, et en particulier les forces externes au territoire nommées par les acteurs et qui s’inscrivent dans la logique du modèle de production agricole conventionnel, présentent pour leur part une cohérence moyenne à faible par rapport aux SAI, puisqu’ils limitent l’intégration de ces systèmes à plusieurs égards.

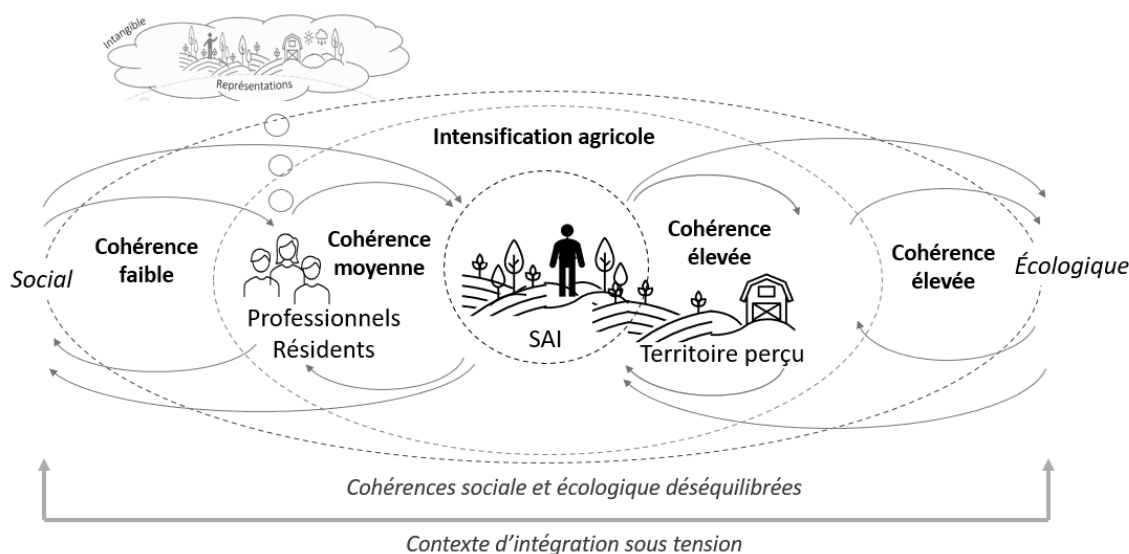


Figure 7.1. La cohérence paysagère des SAI en contexte d’intensification agricole. Le SAI est représenté en tant que sous-système du territoire (leur imbrication formant le paysage), ce système étant lui-même inscrit dans un environnement plus large. Les sous-dimensions écologiques des paysages montrent un degré de cohérence élevée avec l’intégration des SAI, alors que les sous-dimensions sociales sont plutôt en cohérence moyenne ou faible avec cette intégration.

En rapportant ces éléments dans notre modèle systémique et socio-écologique du paysage, on note que le système semble déséquilibré sous deux aspects : la dimension écologique est plus cohérente que la dimension sociale, et la cohérence interne au territoire plus élevée que la cohérence externe. Ce contexte de cohérences contrastées conduit à des tensions, puisque le contexte écologique tire le contexte paysager vers des changements de pratiques, alors que le contexte social encourage le maintien des pratiques actuelles et donc des arbres hors des champs pour satisfaire à une certaine idée de la performance agricole (Dufumier 2018, Olivier 2021, Powers 2010). De même, le contexte écologique territorial, bien qu’il soit

globalement relativement favorable et cohérent avec l'implantation des SAI, se heurte aux conditions *sociales* plutôt défavorables à leur implantation.

Ces tensions globales ne peuvent que se refléter au sein des SAI et des paysages qui les intègrent, si l'on en croit la théorie des systèmes et le principe du reflet du tout dans les parties et de l'influence réciproque des différentes composantes (Le Moigne 2006, Lescourret et al. 2015, Bertalanffy 1973). Ainsi, puisque l'intégration de SAI au sein des paysages du territoire d'intensification agricole est source de tensions entre dimensions écologiques et dimensions sociales, et que l'influence contraignante des facteurs sociaux est ressortie comme étant plus forte que l'influence positive des facteurs écologiques, nous pouvons conclure que **le contexte d'intensification agricole étudié présente une cohérence déséquilibrée et globalement relativement faible avec l'intégration des SAI**. La cohérence relativement faible des SAI dans le contexte de la MRC des Maskoutains ne signifie pas pour autant que ces systèmes ne pourraient pas s'y intégrer; elle signifie simplement que leur intégration devra procéder d'un processus qui relèvera avant tout de la *rupture*, et non de la continuité, avec les dimensions sociales des trajectoires paysagères principales observées dans la MRC (Holling 1986, Vachon 2003, Zhou et al. 2019). Nous reviendrons plus tard sur les modalités possibles pour y arriver en regard de ce contexte. Pour l'instant, concentrons-nous sur la MRC de Charlevoix-Est.

7.1.3. La MRC de Charlevoix-Est : une zone de déprise en quête de nouveaux modèles

7.1.3.1. Un contexte écologique moyennement favorable

Le contexte écologique de Charlevoix-Est est, en raison des conditions biophysiques moins propices à la croissance d'une grande variété d'espèces feuillues (chapitre 6), moins favorable que le contexte des Maskoutains à l'intégration des SAI. Cependant, des essais réalisés dans ces contextes relativement similaires en Gaspésie (sols relativement pauvres et acides, climat rigoureux, contexte de déprise agricole, systèmes agricoles peu compétitifs) semblent démontrer que des espèces dites moins bien adaptées à ces conditions y croissent à un rythme relativement satisfaisant (Pinna et al. 2014). De plus, même si les enjeux

écologiques vécus dans la MRC se sont avérés à la fois compatibles avec les effets potentiels des SAI, et que ces systèmes ont trouvé une certaine pertinence écologique aux yeux des acteurs, ces facteurs écologiques se sont avérés somme toute d'importance relativement moyenne dans la MRC (chapitre 4). Ainsi, puisque *l'adéquation* des SAI aux conditions écologiques de la MRC est limitée et que les *enjeux* auxquels ces systèmes permettraient de répondre sont d'importance relative, **la cohérence des SAI avec les dimensions écologiques des paysages de Charlevoix-Est peut être qualifiée de moyenne.**

7.1.3.2. Un contexte social moyennement favorable

Sur le plan des dimensions sociales, les SAI présentent aussi une cohérence en demi-teinte à Charlevoix-Est. En ce qui a trait à *l'adéquation* de ces systèmes aux perceptions des professionnels et des résidents de ce territoire, les professionnels considèrent que ces systèmes pourraient répondre à l'*enjeu* le plus important de la MRC, soit celui de l'attractivité des paysages pour soutenir et stimuler l'industrie touristique et l'arrivée de néoruraux (et, dans une certaine mesure, pour les résidents de longue date aussi), tout en contribuant à la diversification des revenus des entreprises agricoles (chapitres 3 et 4). Cependant, l'intérêt des SAI pour assurer le devenir économique des entreprises agricoles est, tout comme dans les Maskoutains, incertain, ce qui limite leur intérêt à cet égard. Du côté des citoyens, il semble que l'intégration des SAI ne modifierait pas significativement leur appréciation des paysages, et ce même dans les situations où les arbres cacheraient partiellement les montagnes (chapitre 5), ce qui contribuerait à faire des SAI des systèmes cohérents sur le plan social dans cette MRC. Finalement, les SAI sont aussi envisagés comme un moyen d'atténuer les perceptions négatives des citoyens à l'égard des coupes forestières en terrain privé, en venant compenser, par la plantation d'arbres sur les terres agricoles, la coupe d'arbres en forêt privée (chapitre 3). Les forces sociales internes soufflent donc moyennement dans le sens de l'intégration des SAI dans ce contexte de déprise, puisque les SAI sont considérés comme des systèmes à fort potentiel par les professionnels et qu'ils permettraient de conserver les paysages agricoles de la MRC, alors que leur potentiel économique reste à confirmer.

Malgré un contexte social intra-territorial moyennement favorable, les forces sociales macroscopiques jouent plutôt en défaveur d'une intégration cohérente des SAI dans les paysages. Le prix du bois, structurellement bas, vient ralentir les ardeurs agroforestières des acteurs du milieu et annuler, en quelque sorte, l'intérêt des SAI pour la diversification économique. Si la pandémie de COVID-19 a fait gonfler ces prix (ISQ 2020), il est fort à parier que ceux-ci diminueront une fois ce contexte extrêmement favorable à la construction et à la rénovation passé. De même, le chapitre 3 a révélé à quel point les paysages de Charlevoix-Est étaient d'abord envisagés et gérés pour satisfaire le regard des *autres* (Gauthier et Perron 2002), de ces visiteurs qui injectent dans l'économie territoriale de précieux deniers et qui forgent aussi l'identité territoriale (ISQ 2020). Il semble pertinent de se demander si les touristes apprécieraient de nouveaux paysages intégrant des SAI, alors que l'image de marque de Charlevoix-Est est plutôt basée sur la conservation du patrimoine (bâti, mais aussi paysager), qui implique une certaine continuité dans les modes d'exploitation des terres (MRC Charlevoix-Est 2017, Patri-Arch 2011). D'autres études devraient se pencher sur cet aspect. Aussi, les perceptions négatives associées à la coupe éventuelle des arbres pourraient jouer en défaveur des SAI, puisque les résidents, mais encore plus les touristes, pourraient être choqués par le sort réservé à ces arbres (Yelle 2015, Flamand-Hubert 2015). **En somme, à Charlevoix-Est, les SAI s'avèrent moyennement cohérents avec les dimensions sociales étudiées, tant en termes d'adéquation que de réponse aux enjeux sociaux, alors que certaines forces sociales externes, de moindre importance cependant, sont apparues aux acteurs comme plutôt défavorables.**

7.1.3.3. Une cohérence globale plus équilibrée

À la lumière de ces constats, le contexte socio-écologique de la MRC de Charlevoix-Est présente une cohérence globale moyenne en regard de l'intégration des SAI (figure 7.2).

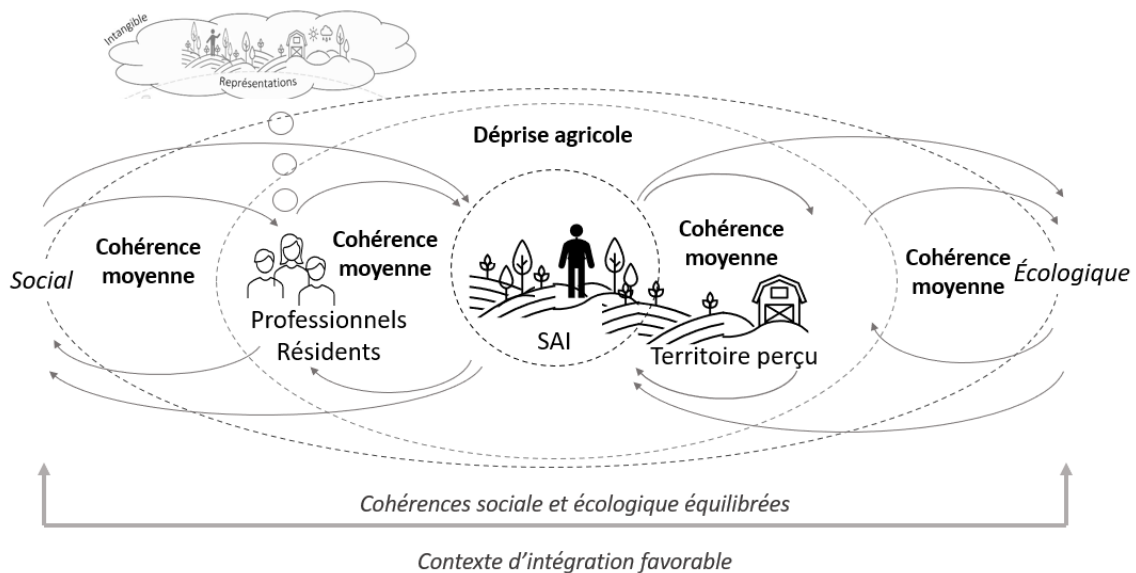


Figure 7.2. La cohérence paysagère des SAI en contexte de déprise agricole. Le SAI est représenté en tant que sous-système du territoire (leur imbrication formant le paysage), ce système étant lui-même inscrit dans un environnement plus large. Les sous-dimensions écologiques et sociales présentent toutes un niveau de cohérence moyen avec l'intégration des SAI, faisant de ce contexte paysager un contexte équilibré favorisant globalement l'implantation de ces systèmes.

Quelques hypothèses peuvent être avancées afin d'expliquer que les SAI bénéficieraient d'un contexte d'implantation globalement plus favorable dans la MRC de Charlevoix-Est que dans la MRC des Maskoutains. Il apparaît que le contexte des paysages agricoles de Charlevoix-Est soit déjà, dans une certaine mesure du moins, en mode « transition » vers des systèmes agricoles qui s'éloignent du modèle agricole conventionnel qui n'a pu s'y implanter que partiellement et sans réellement favoriser la création de paysages et de milieux de vie durables (Debailleul 2014, MRC Charlevoix-Est 2017). Ce cheminement transitionnel prend plusieurs routes, dont celle, plus que centenaire, de la création de paysages agricoles attractifs pour une clientèle touristique. Ainsi, Charlevoix-Est est un milieu qui, à cause du contexte de déprise et de la nécessité pour elle de conserver des paysages agricoles, est davantage à l'affût de nouvelles idées, dont celle des SAI, pour poursuivre sa « transition » en marge du modèle dominant.

L'agriculture, dans cette MRC, revêt aussi, du fait de ses liens étroits avec l'histoire, le tourisme et une certaine fierté territoriale d'avoir dompté un territoire aussi hostile (Gauthier

et Perron 2002), un caractère *collectif* beaucoup plus important que dans les Maskoutains. Ici, les paysages agricoles sont synonymes d'emplois (liés au tourisme, essentiellement), alors que dans les Maskoutains, l'agriculture est avant tout privée, associée au « droit de produire » (Debailleul 2014, Morrisset 2010) et devient parfois source de conflits entre utilisateurs et résidents du territoire (Ruiz et Domon 2012, UPA-Montérégie 2021). Le caractère collectif des paysages agricoles de Charlevoix-Est entraîne peut-être une plus grande ouverture envers un partage des usages au sein même des parcelles agricoles, surtout dans un contexte où il faut trouver des moyens d'en conserver l'utilisation agricole. Certains exemples d'usages partagés des terres agricoles existent notamment dans cette MRC, que l'on pense au camping/ferme à Baie Sainte-Catherine, ou encore au maintien de bâtiments patrimoniaux sur des terres cultivées, bâtiments « qui ne servent à rien » d'un point de vue agricole, mais qui sont néanmoins importants pour les résidents (et le tourisme) (Patri-Arch 2011). Dans ce contexte, l'intégration des SAI dans les paysages de la MRC de Charlevoix-Est fait davantage office d'une démarche s'inscrivant dans la *continuité* de la recherche de modèles alternatifs qui soient adaptés au contexte local, et participant de ce fait au bien-être des collectivités.

7.2. Pour une meilleure cohérence paysagère des SAI

Que l'on soit en contexte de cohérence faible ou moyenne, d'équilibre ou de déséquilibre, l'intégration des SAI dans ces milieux variés n'est pas gagnée d'avance. Nous offrons dans la prochaine section quelques éléments de réflexion pour mieux envisager leur intégration dans ces contextes contrastés.

7.2.1. Des systèmes paradoxaux

7.2.1.1. Entre rupture et continuité

En regard des perceptions recueillies lors des enquêtes, et aussi en retraçant l'historique de l'implantation des SAI au Québec, il apparaît clairement que ces systèmes s'inscrivent paradoxalement à la fois dans une logique de rupture et de continuité en regard des contextes écologiques et sociaux des paysages, et ce que cette double identité pourrait en partie

expliquer les difficultés rencontrées à les intégrer de manière cohérente dans les paysages d'intensification et de déprise agricole.

Les SAI sont d'abord des systèmes qui marquent une **rupture** historique avec les modèles de gestion des arbres et des cultures dans l'espace agricole québécois (voir chapitre 1). Ces systèmes « descendus » de la recherche vers les agriculteurs ont été présentés comme des systèmes nouveaux permettant de lier des éléments qui ont longtemps été séparés en intégrant des arbres au cœur des systèmes agricoles, et dont la séparation a été amplifiée par les dynamiques d'évolution des paysages des 75 dernières années (Rivest et al. 2010, 2018, Garrett et al. 2009). En nous référant à la théorie de la résilience et de l'évolution des systèmes (Berkes et Folke 2012, Holling et al. 1995, Gunderson 2000, chapitre 2), les SAI sont donc des systèmes qui permettraient d'infléchir la trajectoire des paysages ayant subi une séparation toujours plus évidente des arbres et des cultures dans les espaces.

Or, paradoxalement, le modèle même proposé par les SAI, soit des arbres en rangées dans les champs, est, dans une certaine mesure, en directe **continuité** avec les modèles conventionnels et spécialisés qui ont précisément favorisé cette rupture spatiale des arbres et des cultures (Rivest et al. 2010, Garrett et al. 2009). En effet, les SAI sont basés sur les mêmes principes de spécialisation et d'intensification que le modèle agricole conventionnel (Debailleul 2014). Ils visent la productivité d'un nombre relativement limité d'espèces, ils sont aménagés de façon à faciliter le passage d'une machinerie agricole hautement spécialisée et s'appuient sur l'ensemble des pratiques liées au modèle agricole conventionnel pour optimiser leur productivité (Garrett et al. 2009, Dupraz et Liagre 2011, Rivest et al. 2010). S'ils peuvent évidemment être intégrés à des systèmes agricoles sous régie biologique, ils peuvent tout aussi bien s'intégrer aux champs de céréales et de soya transgéniques. Les SAI ne remettent donc pas en question les modèles agricoles qui ont forgé les paysages d'intensification.

Si elle peut apparaître séduisante au départ car porteuse de versatilité, la « double identité » des SAI est aussi une lame à double tranchant. Dans les contextes d'agriculture intensive ou dans ceux n'ayant pas entamé de transition, la linéarité peut plaire, mais l'intégration d'arbres dans les champs paraître une solution trop radicale et marquer une rupture trop grande avec les pratiques et modes de gestion des terres actuels. Pour les contextes de déprise ou dans ceux où la transition vers d'autres types de systèmes agricoles est entamée, l'idée des arbres dans les champs peut paraître porteuse, mais la linéarité des systèmes ou toute autre caractéristique associée au modèle conventionnel paraître rébarbative. D'où la difficulté de les intégrer tant dans des contextes d'intensification que dans des contextes de déprise agricole.

7.2.1.2. Entre transition et verrouillages

La perspective multi-niveaux, dérivée de la théorie des transitions socio-techniques (Dosi 1982, Geels 2002, 2004, Geels et Schot 2007), explique que dans un « régime » donné, soit un ensemble de règles et d'institutions cohérentes (comme le « régime » agricole conventionnel), la naissance d'innovations de niche, combinée à des forces changeantes à l'échelle des « paysages » socio-techniques, créent des pressions sur le régime et des opportunités pour l'intégration, dans le régime, d'innovations socio-techniques jugées jusque-là marginales, voire contribuer à un changement de régime (Geels 2002, Lamine et al. 2015). Les SAI pourraient ainsi constituer un élément qui contribuera à déstabiliser le « régime » en place par la création de systèmes nichés, intégrant des arbres à l'intérieur des parcelles agricoles. Or, toujours selon cette théorie, certaines caractéristiques des innovations deviennent, lors de changements de régimes, des éléments de verrouillage qui les empêchent de suivre le courant de modernisation et de changer de régime (Baret et al. 2013). Ce phénomène a abondamment été décrit dans le domaine agricole, notamment en ce qui a trait à la difficulté d'intégrer des systèmes ou des innovations agroécologiques au sein du régime socio-technique conventionnel, alors que des innovations s'imbriquant « naturellement » dans ce modèle car pensées à l'intérieur du régime (OGM, nouveaux insecticides, etc.) y trouvent leur place plus facilement (Geels et Schot 2007, Lamine et al. 2015). Il est dès lors possible qu'en tentant de trop s'imbriquer au modèle agricole conventionnel, notamment par

l'intégration d'arbres *en rangées très symétriques et ordonnées*, les SAI restent, à terme, bloqués dans ce modèle et s'avèrent incapables de devenir des systèmes qui évoluent avec les contextes écologiques et, surtout, sociaux qui supportent les systèmes agricoles et, de ce fait, les paysages agricoles. Il semble notamment que la linéarité soit de moins en moins prisée dans les paysages agricoles. En effet, il fut une époque où la linéarité dans les espaces agricoles était davantage prisée en termes esthétiques, alors que l'esthétique environnementale, valorisant davantage des paysages « naturels », est maintenant plus répandue (Montpetit et al. 2002). En s'adaptant au régime conventionnel en favorisant des aménagements linéaires, les SAI se trouvent peut-être déjà verrouillés dans un système linéaire et droit, alors que les citoyens expriment déjà une certaine réticence face aux lignes d'arbres. Les SAI deviendraient ainsi des « cul-de-sac » évolutifs des systèmes et des paysages, les lignes d'arbres ne correspondant pas ou plus aux attentes ou n'étant pas assez malléables pour être transformées en d'autres types de systèmes. Même chez les agriculteurs ayant adopté des systèmes agroforestiers, les perceptions quant à la disposition des arbres sur les parcelles évoluent au fil du temps. Rue (2018) a d'ailleurs mis en lumière que certains agriculteurs ayant adopté des SAI évoluaient tranquillement vers le désir de construire des systèmes à l'allure plus « naturelle » et moins linéaire. Le design linéaire, par exemple, pourrait donc s'avérer un verrouillage particulièrement important dans les contextes paysagers où les demandes sociales envers des paysages agricoles multifonctionnels et agroécologiques seraient grandes. Les SAI portent donc vraisemblablement en eux la capacité de faire changer les espaces agricoles et forestiers de régime en proposant une association étroite entre arbres et cultures, mais en même temps certains éléments de verrouillage (dont l'aménagement linéaire) qui limiteraient ce même mouvement de transition.

7.2.2. Implications pour l'intégration des SAI dans les paysages

7.2.2.1. Des systèmes de transition

Afin de participer à la création de paysages durables (Angelstam 2019, Sunderland et al. 2013), les SAI doivent s'intégrer dans un processus de transition vers cette plus grande durabilité. Souvent présentés comme des systèmes participant à la transition agroécologique

(Altieri 2014, Olivier 2021), les SAI s'inscrivent dans ce mouvement, même lorsqu'ils restent très collés, dans leur aménagement, au modèle conventionnel. Gliessman (2016) propose cinq étapes pour la transition des systèmes alimentaires (et agricoles) vers des systèmes agroécologiques. Les trois premières étapes se rapportent au système agricole, en proposant d'abord de viser l'*efficience* (ex : utilisation rationnelle des engrais chimiques), puis une *substitution* de certains éléments par des éléments plus agroécologiques (ex : intrants chimiques remplacés par des intrants organiques), et enfin une *reconception* profonde du système afin de le baser sur des principes agroécologiques. Les deux autres étapes se rapportent à une reconnexion des acteurs du système alimentaire dans une logique de territorialisation, pour se terminer par des actions globales aux niveaux politique et social pour l'environnement, la justice et l'équité (Gliessman 2016). Comment cette logique transitionnelle peut-elle influencer la cohérence des SAI dans des paysages présentant des situations socio-écologiques différentes? Voyons de plus près.

7.2.2.2. Adopter la bonne stratégie transitionnelle en fonction du contexte socio-écologique

Différentes stratégies d'aménagement et d'intégration des SAI dans les paysages nous semblent ainsi possibles selon les contextes de cohérence présentés, puisque les paysages et les systèmes agricoles qui les composent présentent des logiques transitionnelles différentes qui permettent d'intégrer les SAI à des étapes différentes du processus de transition.

Dans le contexte d'intensification, nous l'avons vu, l'intégration des SAI ne pourra vraisemblablement faire l'économie d'une certaine rupture. La première stratégie d'intégration pourrait donc être une stratégie de « rupture douce ». Il s'agirait d'intégrer des arbres dans les systèmes sans nécessairement remettre en question le modèle conventionnel: les SAI seraient par exemple implantés avec des densités d'espèces ligneuses à l'hectare minimales et des espèces dont les produits ont des débouchés bien connus. Cette stratégie utiliserait les SAI comme outils au service des systèmes agricoles intensifs, dans une perspective d'efficience ou de substitution, qui sont les deux premiers niveaux de transition proposés par Gliessman (2016). En nous référant aux résultats obtenus dans le contexte de

rupture de la MRC des Maskoutains, il est clair que les acteurs de première ligne et les citoyens envisagent avant tout les SAI comme des systèmes s'inscrivant dans ces logiques transitionnelles, tout en préférant des systèmes diversifiés. En choisissant des arbres (ou des arbustes, le cas échéant) diversifiés à croissance « rapide » ou à potentiel économique élevé, dont les caractéristiques limitent les interactions négatives avec les cultures, et en les disposant en rangées largement espacées sur des sites bien ciblés pour maximiser leur impact, l'intégration dans des contextes agricoles intensifs en serait facilitée. Dans le contexte de Charlevoix-Est, il s'agirait aussi de miser sur des espèces à bon potentiel économique, mais aussi sur des aménagements qui permettraient de conserver l'activité agricole bien présente tout en ne dénaturant pas les paysages. Ici aussi, des densités d'arbres à l'hectare relativement faibles pourraient correspondre à ce type de stratégie.

La deuxième stratégie est celle de la rupture radicale, où les SAI s'inscrivent dans, tout autant qu'ils participent à, un changement de paradigme agricole, dans une optique plus agroécologique (Altieri 2014, Olivier 2021, Ollivier et al. 2018). Dans ce cas, il ne s'agit pas d'utiliser les arbres seulement comme éléments accroissant l'efficacité écologique des systèmes, ou même d'en faire des éléments de substitution, mais bien de profiter de l'introduction des arbres pour reconcevoir l'entièreté du système agricole en y intégrant des arbres en fonction de certains principes agroécologiques (FAO 2020, Gliessman 2016). Si l'intégration des SAI dans cette perspective est en théorie possible, elle n'a pas été clairement évoquée lors des enquêtes. L'intégration de SAI dans des systèmes pourtant déjà en mode reconception, tels que les systèmes de permaculture ou s'inspirant de pratiques agroécologiques, n'a pas non plus été évoquée. Il semble donc moins certain que les SAI s'inscrivent dans cette stratégie de rupture radicale, que ce soit dans les Maskoutains ou dans Charlevoix-Est.

Ces deux stratégies sont évidemment aux antipodes l'une de l'autre. D'autres manières d'intégrer les SAI dans les paysages et les systèmes agricoles pourraient être envisagées selon les souhaits et les visions de transition portées par les acteurs des territoires. Dans ces cas, les systèmes pourraient prendre des aspects plus ou moins linéaires ou plus ou moins

diversifiés, et ce afin de s'intégrer aux différentes trajectoires évolutives des paysages et des systèmes agricoles qui les façonnent. Il semble donc que la double-identité des SAI leur permettent de s'inscrire dans différentes logiques transitionnelles, en dépit des contraintes liées au verrouillage mentionnées précédemment.

7.2.2.3. Briser la linéarité et miser sur la pluralité

Il serait fort hasardeux de nous avancer sur les aménagements précis qui pourraient les mieux correspondre aux logiques présentées précédemment. Or, nous tenons à souligner quelques caractéristiques des aménagements qui semblent porteuses de plus de cohérence dans les deux MRC et donc, potentiellement, dans plusieurs autres contextes paysagers.

La première caractéristique est celle de la linéarité, qu'il faudrait briser pour accroître l'appréciation des SAI par une majorité de citoyens. À cet effet, Dupraz et Liagre (2011) donnent quelques pistes pour l'éviter ou en diminuer l'aspect, comme disposer certains arbres des rangées de façon un peu décalée, ou carrément d'omettre un arbre à quelques endroits. Des dispositions en quinconces pourraient aussi être envisagées pour réduire l'effet linéaire. La deuxième caractéristique est celle de la diversité biologique. Bien qu'elle ait été, dès les premiers essais, au cœur de la démarche d'implantation des SAI au Québec (Laboratoire Agroforesterie et paysages 2015, Rivest et al. 2010), et qu'elle soit tout à fait cohérente sur le plan biologique, il semble que les attentes citoyennes, mais aussi des acteurs, soient plus élevées en la matière que ce qui a été proposé jusqu'à maintenant. À ce sujet, les arbustes, pour l'instant pratiquement absents des essais et des modèles proposés, gagneraient à se tailler une place dans les SAI puisqu'ils allient diversité des strates et diversité biologique, tout en offrant souvent des fleurs et des fruits pour améliorer l'attractivité des paysages. Or, l'inclusion de ces espèces ligneuses au sein de systèmes économiquement viables pose certains défis sur le plan de la gestion des espaces et des calendriers de production et en appelle au développement de nouveaux modes de gestion qui feraient appel à de nouvelles manières de collaborer au sein des espaces agricoles. L'émergence récente de projets novateurs alliant plusieurs entrepreneurs agricoles partageant une vision et une gestion

commune des espaces mais se spécialisant dans des productions agricoles et forestières diversifiées semble porteuse en ce sens⁴⁷.

La troisième caractéristique, découlant des deux premières, est celle de l'offre d'une plus grande diversité de modèles de systèmes, qui pourraient combiner différents objectifs et des niveaux différents de diversité. Cette diversité est déjà proposée dans une certaine mesure par les conseillers et experts, mais avec le développement d'outils d'aide à la décision qui offriraient une perspective élargie des SAI, et surtout avec l'implication d'un nombre élargi d'acteurs dans le processus décisionnel, cette diversité ne pourrait qu'être accrue, au bénéfice d'une plus grande cohérence des SAI dans les territoires.

Au-delà d'une offre élargie de systèmes agroforestiers, il serait peut-être plus approprié de « décloisonner » l'agroforesterie en délaissant l'approche des systèmes « préfabriqués » et conçus à une seule fin (tels que haies brise-vent, bandes riveraines et systèmes agroforestiers intercalaires) pour proposer plus simplement des associations d'espèces ligneuses ou des aménagements qui soient adaptés à différents contextes retrouvés sur les parcelles agricoles (bords de route, rives, bordures forestières, centre du champ, etc.). En sortant de la logique du système agroforestier proposé en tant que « paquet technique » (des espèces précises implantées en suivant un design prédéfini et assorties de consignes d'entretien, etc.), l'introduction d'arbres au sein des espaces cultivés serait découplée de la nécessité d'inscrire ces arbres dans un système particulier. L'arbre ainsi « libéré » pourrait peut-être plus facilement refaire sa place au sein des systèmes, en offrant de surcroît plus de flexibilité tant aux agriculteurs qu'aux conseillers quant à la place à leur accorder au sein de ces systèmes.

⁴⁷ Il semble que de tels projets soient d'ailleurs en train de voir le jour dans le sud du Québec (C. Tartera 2021, comm. pers.)

7.2.3. Une reconnaissance qui tarde

Si l'apport *potentiel* des SAI pour relever les défis vécus en milieu agricole semble acquis chez une majorité d'acteurs de première ligne dans les MRC étudiées, il n'en reste pas moins que ces systèmes n'ont pas encore réussi à se tailler une place en tant qu'**outils écologiques** ni dans les outils d'aménagement territoriaux, ni dans les programmes ou politiques d'envergure nationale. Dans Charlevoix-Est, l'étude de la possibilité d'implanter des SAI sur les terres en culture avait été identifiée comme objectif du plan d'action du *Plan de développement de la zone agricole* (PDZA) en 2011, notamment pour allier production de bois et conservation des terres en culture, mais cet objectif a été abandonné en cours de route en raison de son niveau de priorité faible (MRC Charlevoix-Est 2017). Dans les Maskoutains, le PDZA mentionne explicitement les SAI (et le fait qu'une étudiante au doctorat s'y intéresse!), mais les présentent comme des systèmes peu adaptés au contexte agricole et dont la diffusion s'avère difficile en raison de l'absence de structures (MRC des Maskoutains 2017). Ces deux exemples illustrent encore une fois que l'intérêt écologique des SAI n'est pas, à lui seul, garant de leur intégration dans les territoires et les paysages, et renforce nos résultats à l'effet que les contextes territoriaux soient plutôt moyennement favorables à l'intégration des SAI.

Le même scénario se répète dans les politiques agricoles. En effet, le tout récent *Plan d'agriculture durable 2020-2030* du gouvernement du Québec (MAPAQ 2020) a choisi, pour accroître et préserver la biodiversité en milieu agricole, de miser sur les haies brise-vent et les bandes riveraines élargies, soient des systèmes déjà soutenus par les politiques agricoles antérieures (via le programme Prime-Vert, voir Laroche et Olivier 2015 et Hotelier-Rous et al. 2021), laissant les SAI en plan (MAPAQ 2020). En plus de constituer une continuité historique s'inscrivant dans une tradition de séparation spatiale et politique des arbres et des cultures (Hotelier-Rous et al. 2021, Laroche et Olivier 2015, Tartera et al. 2012, voir chapitre 1), l'absence de place pour les SAI dans les politiques agricoles s'avère à tout le moins étonnante en regard de leurs nombreux avantages écologiques et, surtout, de leur parenté très forte avec les systèmes agroforestiers linéaires (haies brise-vent et bandes riveraines élargies) reconnus par la politique. Au-delà des raisons relevant peut-être de considérations

administratives, cette absence des SAI souligne que certains de leurs aspects écologiques mériteraient probablement d'être davantage mis en lumière et, surtout, davantage liés aux préoccupations des citoyens non-agriculteurs, ce qui pourrait accroître leur chance d'être intégrés dans une politique publique (Santiago-Freijanes et al. 2018, Tilman et al. 2002). En outre, leurs apports en matière de connectivité, de biodiversité hors-sol et de limitation des impacts des pratiques agricoles intensives sur l'eau et la santé seraient certainement de bonnes pistes afin d'attirer l'attention non seulement du monde agricole, mais aussi de celui du public sur ces systèmes. L'absence des SAI dans les politiques rappelle aussi que les avantages écologiques des systèmes ne peuvent, à eux seuls, garantir leur soutien par l'État afin de faciliter leur intégration sur les territoires, et que les facteurs sociaux ne peuvent être écartés de l'analyse (Mosquera-Losada et al. 2018). Cette absence des SAI dans les politiques limite notamment leur utilisation, à des fins écologiques, dans Les Maskoutains, renforçant du même coup leur incohérence sociale du fait de cette non-reconnaissance par les pouvoirs publics. Ceci milite d'autant plus vers le développement de SAI qui puissent répondre à ces demandes sociales.

7.3. Portée et limites de l'étude

7.3.1. L'intérêt d'agencer système socio-écologique et approches dialectiques des paysages

La thèse a bien démontré la proximité et l'intérêt de lier les approches dialectiques du paysage et les approches systémiques et socio-écologiques. En effet, il fut relativement aisé d'associer les caractéristiques des systèmes aux SAI et aux paysages, et de nous en servir pour les articuler les uns par rapport aux autres. De plus, l'ajout de la dimension perceptuelle au modèle plutôt mécaniste qu'est celui du modèle systémique a renforcé la pertinence de l'approche dialectique des paysages, en liant l'évolution de ces systèmes socio-écologiques non seulement aux faits, mais aussi aux idées et aux perceptions. Sans pour autant constituer une avancée en soi, ces liens ont néanmoins permis de déboucher sur le concept de cohérence paysagère, qui pourrait être réinvesti dans d'autres domaines de l'étude des paysages.

7.3.2. *Quand des photos nous mènent ailleurs*

Les recherches mènent parfois à des résultats inattendus, et ce fut le cas dans cette thèse. Les commentaires recueillis sur les scénarios photos furent certainement l'une des plus belles surprises de ce travail. Les résultats généraux ayant été discutés au chapitre 5, nous ne reviendrons ici que sur un détail plutôt anecdotique en regard de nos objectifs, mais néanmoins porteurs de réflexions.

Les méthodes d'appréciation visuelle par scénarios photos sont notamment critiquées parce qu'elles ne misent que sur l'aspect visuel du paysage pour susciter une appréciation, occultant de ce fait l'influence pourtant avérée des autres sens et de leurs interrelations dans l'appréciation globale d'un paysage (Berleant 1997, Naveh 2000). Or, les commentaires recueillis sur les scénarios photo présentés aux résidents (chapitre 5, tableau 5.7) ont révélé que, bien que le stimuli reste visuel, les individus sont capables d'associer d'autres types de sensations aux photomontages, et ce même si ceux-ci ne sont pas réels. En plus de l'odeur de foin coupé (odorat), la présence dérangeante des moustiques dans la forêt (toucher) ou le silence des prairies (ouïe) furent mentionnés dans le questionnaire traitant de l'évaluation des paysages comme des éléments liés aux photos influençant leur appréciation.

Des travaux en neurosciences ont révélé que les cortex visuels, olfactifs, tactiles et auditifs sont interconnectés et possèdent des zones d'influence communes (Djordjevic et al. 2005, Giannakis et Smith 2001). Il fut en effet démontré que des images pouvaient effectivement induire la perception d'odeurs (Krishna et al. 2014), et que les sons étaient associés à certaines formes géométriques (Adeli et al. 2014). Les liens entre la mémoire émotionnelle, les stimulus visuels et les perceptions sensorielles sont aussi de plus en plus avérés (Krishna et al. 2014). Ces découvertes montrent que, tout comme les paysages sont perçus comme un tout, les sensations que les photos de paysages stimulent directement ou éveillent indirectement vont au-delà des perceptions strictement visuelles et éveillent l'ensemble des sens.

Sans pour autant être suffisante en elle-même pour plaider en faveur de l'ajout de critères liés aux autres sens dans les questionnaires photo, notre thèse, et plus particulièrement le chapitre 5, supporte à tout le moins l'intérêt d'utiliser des questions ouvertes plutôt que des catégories fermées pour capter l'ensemble des raisons de l'appréciation des répondants face aux photos présentées, mais surtout cette sensibilité au paysage. Évidemment, ces sensations n'étaient pas réellement liées à l'expérience du paysage observé, mais plutôt à des expériences passées que le scénario présenté faisait « remonter ». Les participants sont donc allés habiter d'autres paysages que les scénarios présentés, et c'est de l'amalgame entre ces paysages intériorisés et le paysage représenté dans le questionnaire qu'est né un nouveau paysage associé à des sensations. Ceci nous ramène au concept d'affection médiée proposé par Bédard (2016) (voir chapitre 2), qui semble ici s'être vérifié au moins en partie. Le fait de ressentir, déjà, ces sensations qui sortent des stimulus visuels n'est pas sans rappeler l'ontologie d'Heidegger, qui fait du lieu où l'on se projette le lieu habité :

Alors même que notre comportement nous met en rapport avec des choses qui ne sont pas sous notre main, nous séjournons auprès des choses elles-mêmes. (...) Si nous tous en ce moment nous pensons d'ici même au vieux pont de Heidelberg, le mouvement de notre pensée jusqu'à ce lieu n'est pas une expérience qui serait simplement intérieure aux personnes ici présentes. Bien au contraire, lorsque nous pensons au pont en question, il appartient à l'être de cette pensée qu'en elle-même elle se tienne dans tout l'éloignement qui nous sépare de ce lieu. (...) Si je me dirige vers la sortie de cette salle, j'y suis déjà et je ne pourrais aucunement y aller si je n'étais ainsi fait que j'y suis déjà (Heidegger 1958 :186-187)

Bien qu'Heidegger fasse référence, dans son exemple, aux lieux réels, il semble possible de dire que l'existence de la pensée dans la distance puisse aussi s'appliquer à la distance immatérielle entre deux objets, ici le lieu du paysage photo (le scénario photo) et le lieu du paysage intérieur créé au contact de la photo et s'amalgamant aux paysages mémorisés, habités intérieurement, par les participants. Pour paraphraser Heidegger, si je me dirige d'une représentation de paysage (une photo) vers un paysage intérieur (qui combine à la fois la photo, mes perceptions de cette photo et mes expériences paysagères passées), j'y suis déjà et je ne pourrais aucunement y aller si je n'étais ainsi fait que j'y suis déjà. Les participants étaient donc à la fois dans le scénario et dans ce que Dansereau appelait leurs « paysages intérieurs ».

Dans la perspective de la *construction* de paysages, il semble donc envisageable d'utiliser des scénarios photos non seulement pour proposer différentes alternatives possibles aux acteurs, mais aussi pour les amener dans un ailleurs et de faire *naître*, chez-eux, des paysages nouveaux créés à partir du stimulus visuel, mais aussi de leurs expériences paysagères passées (Tress et Tress 2001). Il s'agirait alors de savoir laquelle des méthodes, entre les méthodes très expérientielles et bien ancrées dans le réel invitant les participants à se mettre les deux pieds dans le paysage (Domon et Ruiz 2015, Michelin et Candau 2010), et celles qui exigent plus d'efforts de représentativité (telles que celles recourant aux scénarios photo ou carrément à la création, à partir d'une page blanche, de paysages idéaux), sont les plus à même de générer les paysages intérieurs (Dansereau 1968) nécessaires à la construction de paysages durables.

7.3.3. *Portée opératoire*

La thèse a aussi montré sa portée opératoire, notamment au chapitre 6 avec la construction d'outils d'aide à la décision (à parfaire) qui pourraient éventuellement s'arrimer avec d'autres outils en développement. Pour les experts agroforestiers, la thèse apporte une argumentation forte pour la prise en compte non seulement des dimensions sociales des SAI à l'échelle des parcelles ou des exploitations (dimensions souvent incarnées par les agriculteurs), mais aussi des dimensions sociales qui sont plus territoriales, donc propres au milieu où les systèmes sont envisagés.

En prenant appui sur une démarche paysagère, la thèse a aussi souligné l'intérêt des démarches collectives en matière d'aménagement des espaces agricoles en zone agricole, et plaide ainsi en faveur du maintien, voire d'une augmentation du soutien à la réalisation des plans de développement de la zone agricole (PDZA). Elle invite aussi à réfléchir à la possible intégration de la dimension forestière au cœur des PDZA, ou à tout le moins à un meilleur arrimage entre réflexions agricoles et forestières au cœur des territoires. La thèse a également démontré l'intérêt de développer une approche agronomique qui sorte des champs (White et al. 2002), et qui adopte une perspective plus large que celle qui est actuellement proposée aux agriculteurs. En s'intéressant ainsi aux impacts des activités agricoles sur les paysages,

l'agronomie, à travers l'agroforesterie, peut très certainement contribuer à recréer des liens entre citoyens et agriculteurs, travaillant ainsi à la quatrième phase de la transition agroécologique proposée par Gliessman (2016).

7.3.4. Limites de l'étude et perspectives

7.3.4.1. Des dimensions sociales effleurées

Le projet de recherche est aussi limité en ce que les dimensions sociales des systèmes socio-écologiques n'ont été qu'effleurées. Les perceptions des acteurs et des citoyens sur les SAI ont été creusées, mais d'autres aspects mériteraient davantage d'approfondissement. Les commentaires des citoyens, fort riches, invitent à creuser davantage le domaine des représentations de la place des arbres et des cultures dans les paysages. Si des études se sont intéressées aux perceptions et représentations des arbres, des forêts (Yelle 2005) et des espaces agricoles et ruraux (Michelin et Candau 2010), aucune d'entre elles n'a tenté de comprendre les représentations des citoyens quant à la place relative des arbres et cultures au sein des espaces ruraux et agricoles. Une meilleure compréhension de ces représentations pourrait certainement guider les efforts en matière de vulgarisation de ces systèmes, et guider les approches de co-construction avec les acteurs des milieux.

Les dimensions économiques, pourtant fort importantes dans une perspective de services écosystémiques, n'ont pas été abordées dans le cadre de notre travail (sinon très brièvement par le truchement des prix du bois au chapitre 6), pas plus que les questions politiques. Ces dimensions mériteraient d'être creusées davantage, surtout que les politiques et la rentabilité des SAI ont été nommées dans les deux régions comme étant des facteurs limitant leur intégration, et que l'environnement réglementaire a démontré depuis longtemps son influence sur l'implantation des SAI (Buck et al. 2000, Place et al. 2012, Santiago-Freijanes et al. 2018, Hotelier-Rous et al. 2021). Nous regrettons aussi de n'avoir pu appliquer (ni développer, à vrai dire) nos outils d'aide à la décision dans les MRC. Ce travail nous apparaît pourtant essentiel afin de les valider et de les améliorer, notamment en termes opérationnels. Cette étape rendrait aussi possible la comparaison des ajustements entre zones

d'intensification et zone de déprise, et de mieux évaluer ainsi la versatilité des outils. Des approches participatives seraient sans aucun doute nécessaires pour y arriver.

Enfin, la thèse laisse en suspens une question fondamentale, soit celle des perceptions et représentations des agriculteurs, et aussi des producteurs forestiers, quant à l'intérêt (prospectif) et les bénéfices réels (après l'implantation) des SAI sur leurs terres, en portant une attention particulière non seulement aux contraintes strictement agronomiques, mais aussi, évidemment, aux aspects des représentations de l'arbre et des champs chez ces catégories d'acteurs qui vivent en symbiose avec leur système. La perspective avec laquelle ces acteurs pensent l'agroforesterie et les SAI pourrait aisément être mise en lien avec les concepts de transition et de cohérence paysagère, et aider de ce fait les professionnels chargés de les accompagner à mieux cerner le type de systèmes qui conviendrait à leur « état transitionnel ».

7.3.4.2. Une portée géographique limitée

Les MRC avaient été choisies au départ parce qu'elles présentaient des cas contrastés de contextes socioéconomiques, pédoclimatiques et agricoles qui permettaient de bien mettre en lumière les différents contextes d'intégration des SAI dans les paysages. Or, en limitant la portée géographique de notre étude à deux MRC, de même qu'en limitant le nombre de personnes rencontrées et les dimensions étudiées, nous sommes dans l'impossibilité de généraliser l'ensemble de nos constats à l'échelle des zones d'intensification et de déprise agricole, même si le chapitre 6 a été construit sous une forme relativement générale qui sortait du cadre spécifique des MRC étudiées. Autrement dit, toutes les zones d'intensification ne sont peut-être pas en cohérence faible par rapport aux SAI, ni les zones de déprise en cohérence moyenne. Si certaines caractéristiques des SAI peuvent être reportées d'un contexte à l'autre en les considérant sur le plan théorique, la contextualisation de l'analyse demeure essentielle pour tirer des conclusions quant à la cohérence des SAI dans des paysages spécifiques.

7.3.4.3. Dépasser la diversité spécifique des aménagements pour viser une diversité fonctionnelle

Le chapitre 6 fut construit dans la perspective de guider le choix d'espèces ligneuses pour la construction de SAI qui soient les plus résilients possible et les plus adaptés aux conditions des milieux dans lesquels ils s'inscriront. Or, bien qu'elle reste pertinente, la diversité spécifique n'est pas le seul facteur à prendre en compte pour assurer la résilience et l'adaptation des SAI aux conditions futures de leur environnement. En effet, de plus en plus de travaux en écologie montrent que la résilience des communautés écologiques dépend non seulement de leur diversité spécifique, mais aussi de la diversité des traits fonctionnels qui caractérisent les espèces qui les composent (REF). Les traits fonctionnels sont définis comme « les caractéristiques morphologiques, physiologiques ou phénologiques d'un organisme ayant un effet sur sa performance individuelle, et déterminant ainsi sa réponse à un ou plusieurs facteurs environnementaux » (Campbell et Paquette 2016 : 5). Les traits fonctionnels des espèces ligneuses comprennent notamment la masse de leurs semences, la teneur en azote de leurs feuilles, leur tolérance aux inondations et à la sécheresse, leur morphologie (hauteur et forme de la canopée), leur tolérance à la lumière, le type de mycorhization des racines, leur stratégie de dispersion des graines, etc. (Aubin et al. 2012, 2016, Cameron et Paquette 2016, Paquette et Messier 2011, Paquette et al. 2015, Violle et al. 2007). Ces traits réfèrent à des stratégies de croissance, de survie, de reproduction et d'adaptation à des niches écologiques qui, à l'échelle du temps évolutif, ont changé plus rapidement que les caractéristiques utilisées pour classer les espèces (forme des pétales et sépales, etc.) qui, elles, sont davantage liées au bagage génétique, plus stable dans le temps (Violle et al. 2007). Selon la théorie de la « diversification du portefeuille », plus un écosystème comporte de traits fonctionnels (et non seulement une diversité d'espèces), et plus celui-ci serait résilient et donc en mesure de résister aux stress de son environnement. Puisque des espèces différentes peuvent présenter des traits fonctionnels similaires, et qu'inversement des espèces apparentées au niveau phylogénétique peuvent présenter des traits très différents, il s'avère important de caractériser les communautés végétales non seulement en termes de diversité spécifique ou phylogénétique, mais aussi en termes de diversité fonctionnelle.

Les travaux réalisés au Québec et au Canada sur la diversité fonctionnelle des espèces végétales (Aubin et al. 2012, 2016), et ligneuses en particulier, ont notamment révélé son intérêt pour expliquer la distribution des espèces forestières dans des niches particulières (Paquette et Messier 2013) et a même mené à l'élaboration de certaines stratégies d'aménagement qui permettent de prendre en compte la diversité fonctionnelle pour choisir des espèces à utiliser dans des aménagements particuliers. Une des pistes les plus intéressantes à cet effet pour les SAI réside dans l'outil développé par une équipe de l'Université du Québec à Montréal (Paquette et Messier 2016). En prenant appui sur dix traits fonctionnels différents, cette équipe a classé plus de 271 espèces d'arbres et d'arbustes en cinq classes fonctionnelles différentes (subdivisées chacune en deux à trois groupes, pour un total de 10 groupes) et en a démontré l'intérêt pour guider les efforts de reboisement en milieu urbain montréalais. Ce classement pourrait ainsi être mis à profit pour bonifier le tableau 6.3, soit en y intégrant des traits fonctionnels qui n'y apparaissent pas (tels que la teneur en azote des feuilles ou le type de mycorhization), soit en donnant plus simplement la classe fonctionnelle à laquelle appartient l'espèce, en référant au classement établi par l'équipe (disponible au <http://www.arbresurbains.uqam.ca/fr/guidereboisement/guide.php>) Cette information supplémentaire pourrait ainsi guider les choix d'espèces ligneuses en SAI en fonction d'une plus grande résilience aux stress vécus au sein du système, et améliorer ainsi, à terme, leur performance.

7.3.4.4. Une perspective temporelle peu explorée

La littérature sur l'appréciation des paysages est fortement biaisée par la surreprésentation d'études ayant été réalisées en contexte estival par rapport à d'autres contextes saisonniers (Kalidova et al. 2014), malgré le fait que les changements de saison, surtout en contexte de paysages présentant de la végétation, font varier l'appréciation paysagère. Force est de constater que la saisonnalité associée aux pratiques agricoles nous a aussi mené au choix de paysages estivaux dans le cadre de notre étude. Or, comme les arbres restent bien visibles dans les paysages en hiver, et puisque leur feuillage et leur apparence change au fil des saisons, des études sur l'appréciation des paysages intégrant des SAI présentés en automne,

en hiver et au printemps viendraient compléter nos résultats et peut-être révéler des appréciations différentes pour des paysages intégrant des SAI. De même, l'appréciation paysagère des SAI risque de varier en fonction de leur évolution au fil de leur cycle de vie (établissement, phase fonctionnelle, maturité), ce cycle dépendant du type de système et de ses objectifs (Mize et al. 2008). Des recherches portant sur l'évolution des appréciations paysagères au fil de ce cycle, en modélisant l'apparence des végétaux sur l'ensemble du cycle de vie, pourraient donc renseigner sur les choix qui, à plus long terme, seraient garants de paysages agroforestiers plus appréciés.

7.3.4.5. Des échelles à mailler

En ce qui a trait à l'aménagement des systèmes agroforestiers dans une perspective paysagère, il faut noter que les cadres développés pour rendre compte des liens entre l'aménagement des parcelles et les paysages sont critiqués pour leurs nombreuses faiblesses. Par exemple, des contraintes inhérentes à l'adéquation entre l'échelle des parcelles et celle des paysages a été relevée par de nombreux auteurs, qu'il s'agisse de traiter de la conservation de la biodiversité, où un décalage entre les échelles est observé (White et al. 2002) à l'évaluation de la valeur économique des biens et services écologiques rendus par l'agriculture (Rambonilaza et Dachary-Bernard 2007). De plus, certains cadres sont restés inopérants à cause du grand nombre de variables qui y sont intégrées ou des échelles à considérer (Costanza et al. 2017). Ainsi, si l'aménagement d'espaces productifs dans une perspective de paysage semble couler de source en théorie, l'opérationnalisation d'un tel mariage est beaucoup plus complexe à réaliser dans la réalité, et les effets tangibles de l'implantation de tels systèmes sur les paysages encore à comprendre. Notre travail, en restant avant tout théorique et prospectif, est sans aucun doute limité dans sa portée et son applicabilité par ces difficultés inhérentes aux différentes échelles mobilisées, mais invite à développer des projets de recherche où ces maillages pourraient être mieux explorés, en mesurant par exemple les effets des SAI à différentes échelles simultanément ou dans le temps.

7.3.4.6. Perspectives de recherche

Les quelques éléments évoqués ici, de même qu’au fil du déroulement de la thèse, ouvrent certainement des pistes intéressantes pour guider la recherche agroforestière et celle sur les paysages. Sur le plan théorique, il semble pertinent de creuser davantage les liens entre systèmes socio-écologiques et systèmes adaptatifs complexes en lien avec les approches dialectiques des paysages, puisque le travail d’application aux SAI réalisé dans le cadre de la thèse en a montré l’intérêt, sans toutefois le pousser à ses derniers retranchements conceptuels. Un rapprochement de ces cadres, nous l’avons évoqué, contribuerait certainement au rapprochement des disciplines et à la création d’un dialogue qui pourrait notamment réintégrer la dimension sensible à l’étude des systèmes socio-écologiques. En outre, l’importance des facteurs « externes » au paysage pourrait être mieux évalué et analysé, notamment en ayant recours à des approches de recherche complémentaires à la nôtre.

Dans le domaine de l’agroforesterie, il semble évident que les résultats de nos enquêtes dans les milieux ruraux démontrent l’intérêt de développer des approches agroforestières qui soient moins linéaires et plus diversifiées. À cet égard, le champ de recherche est pratiquement libre : de l’impact d’une disposition irrégulière des arbres dans les parcelles sur les rendements et l’appréciation paysagère à la faisabilité d’intégrer des arbustes aux SAI dans une perspective économiquement viable, tout, ou presque, reste à investiguer. De même, l’intérêt de l’établissement d’une classification fonctionnelle des espèces ligneuses qui soit adaptée à la pratique agroforestière serait à évaluer. Parallèlement, le développement d’une classification des espèces agricoles basée sur leur facilité à s’établir, à croître et à donner de bons rendements en présence d’espèces ligneuses serait tout aussi important. En effet, l’agroforesterie ne peut compter que sur la seule adaptation des arbres au contexte agricole; il faut aussi que la recherche s’intéresse à décrire et à sélectionner des cultivars, hybrides et variétés culturales qui soient aussi les mieux adaptés possibles à la croissance en SAI.

En matière d’appréciation paysagère, la variation des appréciations des résidents (et d’autres groupes d’intérêt) selon les aménagements à travers le temps (saisons et cycle de production du SAI) demeure jusqu’à ce jour inconnue, et aurait un intérêt à la fois pour compléter ou

préciser les résultats de notre thèse et pour préciser l'effet de la diversité spécifique et phénologique sur l'appréciation de ces systèmes. De même, des études qui feraient varier le type de cultures agricoles sous les arbres (maïs, soya, blé, etc.) pourraient bonifier et préciser les résultats de ce travail. L'intérêt des agriculteurs et des producteurs forestiers pour des aménagements aussi diversifiés serait également à vérifier. À ce titre, il semble que des entrevues qui permettraient de cerner la trajectoire des systèmes agricoles utilisés par les agriculteurs ainsi que les valeurs et motivations qui justifient le recours à certaines cultures ou pratiques culturelles seraient particulièrement utiles pour mettre en perspective l'intérêt qu'ils portent aux SAI et comprendre si, à l'échelle de leur système, les SAI s'inscrivent dans une trajectoire de rupture ou de continuité. La comparaison des visions d'agriculteurs provenant de différentes mouvances (producteurs biologiques, non biologiques, en permaculture, etc.) serait intéressante de ce point de vue.

Il apparaît aussi que les professionnels de différents domaines apprécient les SAI pour différentes raisons, ou leur accordent des places qui soient différentes dans les paysages : cela serait-il le reflet de l'existence d'un regard « professionnel » sur les paysages, qui se dévoilerait non seulement chez les experts aménagistes (Voulligny et al. 2009), mais aussi chez ceux qui, d'une manière ou d'une autre, influence l'avenir des systèmes agricoles et forestiers? Les résultats de la thèse, basés sur un échantillonnage trop restreint de professionnels, laissent présager qu'un tel regard puisse se dessiner, du moins à l'échelle intra-territoriale, mais ne peuvent nous conduire à des conclusions solides. La question reste donc ouverte et mériterait d'être explorée, ne serait-ce que pour faciliter le dialogue interprofessionnel sur les SAI.

Notre recherche gagnerait aussi à être bonifiée par des études qui placeraient les appréciateurs des paysages en contact réel (et non seulement médié par des scénarios) avec des SAI, puisque c'est, ultimement, cette expérience vécue qui doit guider les décisions d'aménagement. L'aspect linéaire décrit dans les scénarios ressortirait-il aussi fortement devant un SAI réellement implanté au champ ? La question mériterait d'être explorée, ne

serait-ce que parce que les implications des résultats de notre thèse sur l'aménagement de futurs SAI sont relativement grandes (délinéarisation et diversité).

Évidemment, les aspects politiques limitant ou favorisant l'implantation d'aménagements agroforestiers en milieu rural, de même que les aspects économiques de ces systèmes, notamment en lien avec la provision de services écosystémiques, mériteraient aussi d'être investiguées, puisque ces aspects influenceront aussi l'avenir des paysages agricoles et agroforestiers du Québec.

7.3.5. Vers des paysages intérieurs

Au terme de cette recherche, un appel semble se faire entendre : il est temps de sortir les SAI de leurs carcans spatiaux et linéaires. D'une part, il apparaît urgent de penser les SAI dans une perspective paysagère, parce que leurs seuls avantages écologiques au niveau de la parcelle ne suffisent pas à les intégrer aux systèmes agricoles, et que leur cohérence socio-écologique en dépend par ailleurs. Il faut aussi décloisonner les modèles agroforestiers intercalaires, en offrant plus de diversité tant en termes d'espèces qu'en termes d'aménagements, ce qui appelle à plus de diversité, peut-être, dans les modèles de gestion des espaces agricoles. En effet, mailler à la fois arbres et cultures enjoint peut-être à développer des systèmes où plusieurs copropriétaires ou associés, ayant des visées différentes mais complémentaires, mettent leurs compétences en commun pour en arriver à profiter pleinement des associations entre espèces ligneuses et cultures. Finalement, et c'est le plus important, il faut sans doute, dans un monde où les systèmes agricoles sont à repenser, apprendre collectivement à habiter d'abord, intérieurement, ces paysages que l'on voudrait voir se matérialiser (Dansereau 1968). Les SAI viennent en effet, et même s'ils s'inscrivent dans une perspective de continuité transitionnelle, briser une relation entre arbres et cultures établie sur la base de la séparation spatiale depuis fort longtemps. Cette séparation s'est imprimée dans l'imaginaire et a forgé nos attentes envers les paysages. Si les résultats de la thèse montrent que cette séparation peut être défiée, il reste encore à trouver la manière d'agencer arbres et cultures dans un tout plus cohérent, qui satisfera à la fois impératifs écologiques et sociaux, et qui surtout offrira la souplesse nécessaire pour s'adapter aux forces

changeantes qui animent les paysages agricoles et forestiers. La création de paysages agricoles réellement durables et porteurs de bien-être, d'équité et d'harmonie avec la nature et les humains passe nécessairement par un retournement intérieur vers des racines que l'on a négligées, et un effort de créativité pour inventer ces nouvelles manières d'habiter les territoires. En ce sens, les SAI sont une piste qui, sans être parfaite, nous mène ailleurs, et ouvre ainsi des chemins vers ce bien-être individuel et collectif tant recherché.

Conclusion

Les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) proposent une association entre arbres et cultures substantiellement différente des modes d'organisation généralement retrouvés dans les espaces agricoles et forestiers du Québec en intégrant des arbres en rangées largement espacées au sein des parcelles cultivées. Cette innovation s'inscrit dans un ensemble d'efforts plus larges visant à améliorer la durabilité des paysages agricoles dans une perspective de bien-être collectif. Afin de les faire pleinement participer à la construction de paysages durables, l'adoption d'une perspective qui allait au-delà des parcelles et des systèmes agricoles et qui s'intéressait aux dimensions sociales de ces systèmes s'avérait nécessaire à adopter. C'est ce à quoi a participé ce travail de recherche en étudiant, de manière prospective, le potentiel d'intégration des SAI dans les paysages d'intensification et de déprise agricole du Québec à travers les cas des MRC de Charlevoix-Est et des Maskoutains.

En nous basant sur un cadre conceptuel empruntant à la théorie des systèmes, au cadre des systèmes socio-écologiques et en les rapprochant des perspectives dialectiques des paysages, nous avons considéré les SAI comme des systèmes imbriqués aux systèmes plus larges que forment les paysages, et avons proposé le concept de cohérence paysagère pour refléter le degré d'adéquation entre les SAI et les dimensions écologiques et sociales des paysages. Les dimensions sociales retenues pour l'étude furent les perceptions des acteurs de première ligne quant à l'intérêt des SAI dans leur MRC et l'appréciation visuelle des paysages intégrant des SAI par les citoyens, alors que les dimensions écologiques furent tirées de la littérature et mises en lien avec les enjeux vécus au sein des systèmes agricoles du Québec et les enjeux vécus au sein des MRC. Les dimensions sociales et écologiques furent ensuite combinées afin de construire des outils d'aide à la décision qui, en intégrant à la fois des dimensions écologiques et sociales, puissent contribuer à l'intégration des SAI dans les paysages de façon plus cohérente.

Les enquêtes réalisées auprès des acteurs de première ligne ont démontré un certain potentiel pour les SAI, notamment en matière d'amélioration de la qualité de l'eau et des sols dans les Maskoutains et d'amélioration de la qualité des paysages dans Charlevoix-Est, et que ce potentiel était fortement lié au contexte agricole territorial. Ces résultats ont surtout mis en évidence que les SAI étaient considérés comme difficiles à intégrer aux systèmes agricoles actuels en raison de contraintes plus globales liées à la rentabilité des systèmes, aux politiques et aux modes de culture associés au modèle agricole conventionnel et ce, malgré la reconnaissance de leurs effets écologiques bénéfiques, ce qui en réduit d'autant la cohérence. Les enquêtes sur les préférences visuelles des citoyens ont pour leur part mis en lumière que le degré de diversité des espèces ligneuses, de même que l'écartement entre les rangées d'arbres, avaient des effets différents sur l'appréciation visuelle d'une MRC à l'autre. Les résidents des MRC ont aussi clairement exprimé que les SAI étaient généralement aussi appréciés que les paysages n'intégrant pas de SAI, et ce même lorsque les SAI cachaient partiellement la vue sur des éléments appréciés, mais ces résidents ont du même coup révélé leur inconfort face à l'agencement linéaire des espèces ligneuses. Ces derniers résultats viennent remettre en question l'hypothèse selon laquelle les SAI améliorent généralement la qualité visuelle des paysages agricoles, et plaident en faveur de designs réfléchis en fonction du contexte et des préférences locales. Les outils d'aide à la décision ont pour leur part contribué à une certaine systématisation de la décision en matière de choix des parcelles et des aménagements de SAI à favoriser en fonction du contexte local, et révélé la grande diversité des combinaisons d'arbres et d'arbustes possibles à intégrer en SAI, en plus de mettre en évidence la multifonctionnalité de plusieurs de ces espèces.

Au final, les résultats combinés des différentes enquêtes et outils ont révélé que les SAI présentent un degré de cohérence socio-écologique différent dans le contexte d'intensification et le contexte de déprise agricole, les SAI étant plus cohérents dans la MRC de Charlevoix-Est (déprise) que dans la MRC des Maskoutains (intensification), notamment à cause de la plus grande cohérence des SAI sur le plan des dimensions sociales étudiées.

Sans pouvoir pour autant généraliser les résultats, la thèse soulève que les SAI, à cheval entre foresterie et agriculture et entre paradigme conventionnel et paradigme agroécologique, peuvent à la fois être des systèmes contribuant à la transition des paysages vers des paysages plus durables (donc plus agroécologiques) en générant des pressions de changement sur le « régime » dominant où activités agricoles et forestières sont séparées dans des espaces physiques, sociaux et cognitifs distincts, ou encore constituer des éléments de verrouillage (notamment par la pérennité des rangées d'arbres) qui limiteront, à terme, la capacité des systèmes agricoles à poursuivre leur transition. La thèse offre aussi un regard inédit sur l'arbre *dans* le champ, en donnant certains indices quant à l'inadéquation entre le design très linéaire des SAI et les représentations de l'arbre, encore possiblement très associées à la forêt et à la « nature » (semblant) non aménagée. Les résultats mettent aussi en lumière l'intérêt d'une perspective paysagère, voire territoriale, pour penser l'aménagement de nouveaux systèmes de production en milieu agricole, tout en restant lucide quant aux tensions qui pourraient émerger de cette posture. Ils plaident finalement en faveur d'une plus grande diversité au sein de ces systèmes et d'aménagements qui pourraient en briser la linéarité, dans le respect des logiques transitionnelles des systèmes et des paysages dans lesquels ils s'insèrent.

Si beaucoup d'autres dimensions sociales des SAI restent à découvrir, notamment sur les plans économique et politique, la thèse a certainement fourni des arguments en faveur d'une plus grande reconnaissance de leur importance pour le succès, mais surtout l'intégration plus cohérente de ces systèmes dans les systèmes agricoles et les paysages. À ce titre, les agriculteurs et les producteurs forestiers mériteraient qu'on s'attarde particulièrement à eux, puisqu'ils sont, après tout, partie intégrante de ces systèmes socio-écologiques, qu'on les considère à l'échelle des SAI ou à l'échelle des paysages. C'est avec leurs idées, leurs conceptions et leurs rêves, maillés à ceux de leurs voisins ruraux et collaborateurs, puis à ceux de la société à laquelle ils appartiennent, que les arbres et les cultures pourront enfin être unis de manière nouvelle pour la construction de paysages agricoles réellement porteurs de bien-être durable.

Bibliographie

- AARQ [Association des Aménagistes Régionaux du Québec] (2021) “À propos” Site internet de l’Association des Aménagistes Régionaux du Québec. Disponible en ligne à <https://www.aarq.qc.ca/>. Page consultée le 24 septembre 2021.
- Aczel J, Saaty TL (1983) Procedures for Synthesizing Ratio Judgments. *Journal of Mathematical Psychology* 27:93-102. DOI:10.1016/0022-2496(83)90028-7
- Adeli M, Rouat J, Molotchnikoff S (2014) Audiovisual correspondence between musical timbre and visual shapes. *Frontiers in Human Neurosciences* 30: 352. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00352>
- AFSQ (Association forestière du sud du Québec) (2020) « Association forestière du Sud du Québec ». Site internet disponible à <https://afsq.org/>. Consulté le 15 avril 2021.
- AFTA (*Association for Temperate Agroforestry*) (2013) What is agroforestry ? Site internet de l’Association for Temperate Agroforestry. Disponible en ligne à <https://www.aftaweb.org/about/what-is-agroforestry/alley-cropping.html>. Page consultée le 18 février 2018.
- Agrométéo Québec (2012) Atlas agroclimatique du Québec. Disponible en ligne à <https://www.agrometeo.org/atlas/>. Consulté le 13 janvier 2021.
- Alam M, Olivier A, Paquette A, Dupras J, Revéret JP, Messier C (2014) A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems. *Agroforestry Systems* 88:679-691. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9681-x>
- Alburaki M, Cheaib B, Quesnel L, Mercier PL, Chagnon M, Derome N (2017) Performance of honeybee colonies located in neonicotinoid-treated and untreated cornfields in Quebec. *Journal of Applied Entomology* 141:112-121. DOI : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jen.12336>
- Altieri MA, Nicholls CI, Henao A, Lana MA (2015) Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 35:869-890. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Amare D, Darr D (2020) Agroforestry adoption as a systems concept: a review. *Forest Policy and Economics* 120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102299>
- American Society of Agronomy (1989) Decision reached on sustainable agriculture. *Agronomy News*, January, p. 15. Madison, Wisconsin.
- Ananda J, Herath G (2009) A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological Economics* 68: 2535–2548. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.010
- Anderson V, Gough WA (2020) Evaluating the potential of nature-based solutions to reduce ozone, nitrogen dioxide, and carbon dioxide through a multi-type green

- infrastructure study in Ontario, Canada. *City and Environment Interactions* 6:100043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100043>
- Anel B, Cogliastro A, Olivier A, Rivest D (2017) Une agroforesterie pour le Québec. Document de réflexion et d'orientation. Comité agroforesterie, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Québec, 73 p. Disponible en ligne à https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/une-agroforesterie-pour-le-quebec-document-de-reflexion-et-d_orientation/p/PAGF0102-PDF. Document consulté le 15 février 2018.
- Angelstam P, Munoz-Rojas J, Pinto-Correia T (2019) Landscape concepts and approaches foster learning about ecosystem services. *Landscape Ecology* 34: 1445–1460. DOI: 10.1007/s10980-019-00866-z
- Antrop M (2000) Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 77: 17-28. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00089-4
- Antrop M (2005) Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning* 70: 21-34. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.10.002.
- Antrop M. (2013) Chapter 1 - A brief history of landscape research. *Dans* De Aranzabal I, Fe Schmitz M, Aguilera P, Pineda FD (eds). *The Routledge Companion to Landscape Studies*. Routledge, Taylor and Franis.
- Arnould P, Clément V (2003) Le paysage dans tous ses états. Autour du paysage : propos de géographes. *Géococonfluences*. Disponible en ligne à <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/geoconfluences/doc/transv/paysage/PaysageScient.htm>. Page consultée le 5 janvier 2022.
- Arnould P, Glon E (2006) Wilderness, usages et perceptions de la nature en Amérique du Nord. *Annales de géographie* 649 : 227-238. DOI : <https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2006-3-page-227.htm>
- Arriaza M, Cañas-Ortega JF, Cañas-Madueño JA, Ruiz-Aviles P (2004) Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 69: 115–125. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.10.029
- Arts B, Buizer M, Horlings L, Ingram V, van Oosten C, Opdam P (2017) Landscape Approaches: A State-of-the-Art Review. *Annual Review of Environment and Resources* 42: 439–463. DOI: 10.1146/annurev-environ-102016-060932.
- Asselin S, Bachand S, Christin C, Bonvalot Y (1998) Liens entre les pollens allergènes, leur mesure et les symptômes ressentis. Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- Aubin I, Messier C, Gachet S, Lawrence K, McKenney D, Arseneault A, Bell W, De Grandpré L, Shipley B, Ricard JP, Munson AD (2012) TOPIC - Traits of Plants in Canada. [Site web] Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Sault Sainte Marie, Ontario, Canada. Disponible au : <http://www.rncan.gc.ca/forets/centres-recherche/cfgl/20304>. Page consultée le 10 janvier 2022.

- Aubin I, Munson AD, Cardou F, Burton PJ, Isabel N, Pedlar JH, Paquette A, Taylor AR, Delagrangé S, Kebli H, Messier C, Shipley B, Valladares F, Kattge J, Boisvert-Marsh L, McKenney D (2016) Traits to stay, traits to move: a review of functional traits to assess sensitivity and adaptive capacity of temperate and boreal trees to climate change. *Environmental Review*. 24(2): 164-186.
- Ayala-Orozco B, Rosell JA, Merçon J, Bueno I, Alatorre-Frenk G, Langle-Flores A, Lobato A (2018) Challenges and Strategies in Place-Based Multi-Stakeholder Collaboration for Sustainability: Learning from Experiences in the Global South. *Sustainability* 10(9):3217. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093217>
- Azima S, Mundler P (2020) *Agriculteurs et agricultrices en circuits courts au Canada. Principaux résultats d'une enquête nationale*. Université Laval, 24 p.
- Baah-Acheamfour M, Carlyle CN, Bork EW, Chang SX (2014) Trees increase soil carbon and its stability in three agroforestry systems in central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management* 328: 131-139. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.031>
- Bainard LD, Klironomos KN, Gordon AM (2011) Arbuscular mycorrhizal fungi in tree-based intercropping systems: A review of their abundance and diversity *Pedobiologia* 54: 57-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2010.11.001>
- Bambrick AD, Whalen JK, Bradley RL, Cogliastro A, Gordon AM, Olivier A, Thevathasan NV (2010) Spatial heterogeneity of soil organic carbon in tree-based intercropping systems in Quebec and Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 79:343-353. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9305-z>
- Baret PV, Stassart PM, Vanloqueren G, Van Damme J (2013) Dépasser les verrouillages de régimes socio-techniques des systèmes alimentaires pour construire une transition agroécologique. Actes du Premier Congrès Interdisciplinaire du Développement Durable: Quelle transition pour nos sociétés? Thème 2: Alimentation , Agriculture, Elevage: 5-14. Disponible en ligne à <http://hdl.handle.net/2268/136905>. Document consulté le 15 mars 2021.
- Barrière O, Prost C, Ravena-Cañete V, Douzal V, Fargette M, Aubin JP (2019) Introductory Chapter: An Interweaving to Be Formalized, the Biosphere Faced with the Relationship Between the Human and the Non-human. In: Barrière O. et al. (éd.) *Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change*. Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-319-78497-7_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-78497-7_1)
- Bastian O (2004) Funcions, leitbilder, and Red lists - expression of an integrative landscape concept. In: Brandt J, Vejre H (eds) *Multifunctional landscapes, vol 1 - Theory, values and history*. WIT Press, Boston, pp 75-94
- Baud P, Bourgeat S, Bras C (2013) *Dictionnaire de géographie*. Hatier, coll. « Initial ».
- Beaudette C, Bradley RL, Whalen JK, McVetty PBE, Vessey K, Smith DL (2010) Tree-based intercropping does not compromise canola (*Brassica napus* L.) seed oil yield and reduces soil nitrous oxide emissions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 33–39. DOI: [10.1016/j.agee.2010.06.014](https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.06.014)

- Bédard A (1944) Le milieu forestier. In Minville E (éd). La Forêt (Étude sur notre milieu), Montréal, Fides, 21 p.
- Bédard M (2016) Réflexion sur les perceptions, conceptions, représentations et affections, ou la quadrature des approches qualitatives en géographie. *Cahiers de géographie du Québec* 60 :531–549. DOI : <https://doi.org/10.7202/1041221ar>
- Bélisle M, Desrochers A, Fortin M-J (2001) Influence of forest cover on the movements of forest birds: a homing experiment. *Ecology* 82:1893–1904. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1893:IOFCOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1893:IOFCOT]2.0.CO;2)
- Benjamin K, Bouchard A, Domon G (2007) Abandoned farmlands as components of rural landscapes: An analysis of perceptions and representations. *Landscape and Urban Planning* 83: 228-244. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.04.009
- Bennett EM, Baird J, Baulch H, Chaplin-Kramer R, Fraser E, Loring P, Morrison P, Parrott L, Sherren K, Winkler KJ, Cimon-Morin J, Fortin MJ, Kurylyk BL, Lundholm J, Poulin M, Rieb JT, Gonzalez A, Hickey GM, Humphries M, Bahadur KC, Lapen D (2021) Ecosystem services and the resilience of agricultural landscapes. *The Future of Agricultural Landscapes, Part II* : 1-43, 10.1016/bs.aacr.2021.01.001.
- Benoît M, Rizzo D, Marracini E, Moonen AC, Galli M, Lardon S, Rapey H, Thenail C, Bonari E (2012) Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics. *Landscape Ecology* 27:1385-1394. DOI: 10.1007/s10980-012-9802-8
- Benson J (2008) Aesthetic and Other Values in the Rural Landscape. *Environmental Values*, 17(2): 221-238. DOI: <http://www.jstor.org/stable/30302639>
- Bentrup G, Dosskey M, Wells G (2008) Conducting landscape assessment for agroforestry. AF Note 39, USDA, 4 p. En ligne à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an39g11.pdf>. Document consulté le 5 avril 2020.
- Bentrup G, Hopwood J, Adamson NL, Vaughan M (2019) Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. *Forests* 10, 981; DOI:10.3390/f10110981
- Berg G, Köberl M, Rybakova D, Müller H, Grosch R, Smalla K (2017) Plant microbial diversity is suggested as the key to future biocontrol and health trends. *FEMS Microbiology Ecology*: 93. DOI: <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1093/femsec/fix050>
- Bergeron M, Lacombe S, Bradley RL, Whalen J, Cogliastro A, Jutras MF, Arp P (2011) Reduced soil nutrient leaching following the establishment of tree-based intercropping systems in eastern Canada. *Agroforestry Systems* 83: 321–330. DOI: 10.1007/s10457-011-9402-7
- Berkes F (2017) Environmental Governance for the Anthropocene? Social-Ecological Systems, Resilience, and Collaborative Learning. *Sustainability* 9 :1232. DOI:10.3390/su9071232

- Berkes F, Colding J, Folke C (2002) 1. Introduction. *Dans* Berkes F et al. (éd.). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press, ProQuest Ebook Central. Disponible en ligne à <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ulaval/detail.action?docID=218001>. Document consulté le 3 février 2020.
- Berkes F, Folke C (1998) *Linking Social and Ecological Systems for Resilience and Sustainability*, Beijer Discussion Paper Series no 52, 23 p. Disponible en ligne à http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkes-linking_social_and_ecological_systems_for_resilience_and_sustainability.pdf?sequence=1. Document consulté le 3 février 2021.
- Bernard J-P (2015) Saint-Hyacinthe. *Encyclopédie Canadienne*. Disponible en ligne à <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/saint-hyacinthe>. Page consultée le 9 juin 2021.
- Bernier-Leduc M, Vanasse A, Olivier A, Buisson D, Maisonneuve C (2009) Avian fauna in windbreaks integrating shrubs that produce non-timber forest products. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131:16-24. DOI: 10.1016/J.AGEE.2008.09.008
- Berque A (2011) Sujet, fudô, mésologie. *Cahiers de géographie du Québec* 54 :459-470. DOI : <https://doi.org/10.7202/1005605ar>
- Berque A (2012) Des eaux de la montagne au paysage (La naissance du concept de paysage en Chine). Version française de « Das aguas da montanha à paisagem ». Dans Adriana Serrão V (dir.) *Filosofia e arquitetura da paisagem*, Centro de filosofia da Universidade de Lisboa, p. 95-103. Disponible en ligne à https://portailweb.universita.corsica/stockage_public/portail/baaaalpj/407753.pdf. Document consulté le 13 mars 2020.
- Berque A (2014) *La mésologie, pourquoi et pour quoi faire?* Paris, Presses universitaires de Paris-Ouest, 80 p.
- Bertalanffy LV (1973) *Théorie générale des systèmes*. Paris, Dunod.
- Bertrand G (1978) Le paysage entre la Nature et la Société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 49, fascicule 2. Géosystème et aménagement :239-258. DOI : <https://doi.org/10.3406/rgpso.1978.3552>
- Bessou C, Mary B, Léonard J, Roussel M, Gréhan E, Gabrielle B (2010) Modeling soil compaction impacts on nitrous oxide emissions in arable fields. *European Journal of Soil Science* 61: 48–363. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01243.x>
- Betbeder J, Hubert-Moy L, Burel F, Corgne S, Baudry J (2015) Assessing ecological habitat structure from local to landscape scales using synthetic aperture radar. *Ecological Indicators* 52:545-557. Disponible en ligne à <https://hal-univ-rennes1.archives-ouvertes.fr/hal-01110146>. Document consulté le 13 février 2017.

- Biedenweg K, Gross-Camp ND (2018) A brave new world: integrating well-being and conservation. *Ecology and Society* 23(2):32. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-09977-230232>
- Black SH, Hodges N, Vaughan M, Shepherd M (2008) Pollinators in Natural Areas: A Primer on Habitat Management. Document disponible à http://www.xerces.org/pubs_merch/Managing_Habitat_for_Pollinators.htm. Consulté le 14 février 2019.
- Boothroyd-Roberts K, Gagnon D, Truax B (2013) Can hybrid poplar plantations accelerate the restoration of forest understory attributes on abandoned fields? *Forest Ecology and Management* 287: 77-89. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.09.021
- Bossuet L, Simard M (2013) Mutation des espaces ruraux sous l'effet des migrations : Regards croisés entre la France et le Québec. *Géographie, économie, société* 15 :5-9. Disponible en ligne à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01000069/document>. Consulté le 15 avril 2019.
- Bouffroy E, Babin D, Vézina A, Joannisse G, Blouin D (2019) Optimisation de scénarios de plantation dans des bandes riveraines pour la séquestration du carbone. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) et Cégep de Sainte-Foy. Rapport 2019- 09. 82 pages + 3 annexes.
- Bouffroy E, Varin M, Duclos I, Blouin D, Lessard G (2015) Amélioration de la biodiversité dans le milieu agricole de la Côte-de-Beaupré -Année 1 (2014-2015) et Année 2 (2015-2016). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) et Institut de technologie agroalimentaire (ITA). Rapport 2016-07.196pages + 7annexes.
- Boulianne M, Bissardon P (2016) Démarches territorialisées et gouvernance alimentaire au Québec et au Canada. Dans Mundler P, Rouchier J (dir.). *Alimentation et proximités : jeux d'acteurs et territoires*. Dijon, Educagri, 20 p.
- Boutin C, Jobin J, Bélanger L (2003) Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscape of southern Québec, Canada. *Agriculture Ecosystems and Environment* 94: 73-87. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00014-2
- Boutin D (1999) Agriculture et ruralité québécoises : Analyse des impacts socio-spatiaux de quelques caractéristiques structurelles des exploitations. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 135 p.
- Bowler IR (1986) Intensification, Concentration and Specialisation in Agriculture: the case of the European Community. *Geography* 71: 14-24. DOI: www.jstor.org/stable/40571039
- Bradley R, Olivier A, Thevathasan N, Whalen J (2008) Environmental and economic benefits of tree-based intercropping systems. *Policy Options* 29: 46-49. <https://policyoptions.irpp.org/magazines/the-dollar/environmental-and-economic-benefits-of-tree-based-intercropping-systems/>. Accessed on April 26 2020

- Brisson G (2006) L'homme des bois d'Anticosti. La figure du guide de chasse et les conceptions sociales de la forêt québécoise. *Revue d'histoire de l'Amérique française* 60: 163-189. DOI: 10.7202/014598ar
- Brossard T, Wieber JC (1980) Essai de formulation systémique d'un mode d'approche du paysage. *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 468-469: 103-111.
- Brown L (2018) Sept stratégies pour réussir les petits fruits émergents en culture biologique. Conférence présentée lors de la journée sur les cultures émergentes, St-Camille. Document disponible à http://culturinnov.qc.ca/sites/culturinnov.qc.ca/files/fichiers-attaches/laurie_brown.pdf. Document consulté le 12 juin 2021.
- Brundtland GO (1987) *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development. World Commission on Environment and Development. United Nations, 300 p. Disponible en ligne à <https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=fr>. Document consulté le 12 juin 2021.
- Brush R, Chenoweth RE, Barman T (2000) Group differences in the enjoyability of driving through rural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 47: 39–45. DOI: 10.1016/S0169-2046(99)00073-0
- Bryant CR (1984) The recent evolution of farming landscapes in urban-centred regions. *Landscape Planning* 11: 307–326. DOI: 10.1016/0304-3924(84)90027-3
- Budiharta S, Meijaard E, Wells JA, Abram NK, Wilson KA (2016) Enhancing feasibility: Incorporating a socio-ecological systems framework into restoration planning. *Environmental Science & Policy* 64: 83-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.014>.
- Burel F, Baudry J (1995) Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning* 33: 327–340. DOI: 10.1016/0169-2046(94)02026-C
- Burel F, Baudry J (1999) *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris, TEC & DOC, 362 p.
- Bürgi M, Hersperger AM, Schneeberger N (2004) Driving forces of landscape change – current and new directions *Landscape Ecology* 19:857-868 DOI:10.1007/s10980-005-0245-3
- Burton RJF (2004) Seeing through the ‘good farmer’s’ eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of ‘productivist’ behaviour. *Sociologia Ruralis* 44(2): 195–216. DOI: 10.1111/j.1467-9523.2004.00270
- Burton RJF (2012) Understanding Farmers' Aesthetic Preference for Tidy Agricultural Landscapes: A Bourdieusian Perspective. *Landscape Research* 37: 51-71. DOI: 10.1080/01426397.2011.559311

- Buttel FH (1993) The sociology of agricultural sustainability: some observations on the future of sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 46:175–186. DOI : 10.1016/0167-8809(93)90022-H
- Calbérac Y (2002) Le paysage, objet géographique obscur ou trop évident ? D’après une conférence de Jean-Claude Wieber à l’École Normale Supérieure de Lyon, *Géoconfluences*, janvier 2002, republiée en avril 2018. Disponible en ligne à <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/remue-meninges/jean-claude-wieber>. Page consultée le 5 janvier 2022.
- Camilli F, Pisanelli A, Seddaiu G, Franca A, Bondesan V, Rosati, A, Moreno GM, Pantera A, Hermansen JE, Burgess PJ (2017) How local stakeholders perceive agroforestry systems: an Italian perspective. *Agroforestry Systems*, DOI: 10.1007/s10457-017-0127-0
- Campeau R, Simard P, Fillion C (2016) Portrait socioéconomique du territoire de la MRC des Maskoutains et perspectives de développement. Forum économique, Chambre de commerce et de l’industrie Les Maskoutains, 23 février. Disponible en ligne à <http://docplayer.fr/36888353-Portrait-socioeconomique-du-territoire-de-la-mrc-des-maskoutains-et-perspectives-de-developpement.html>. Document consulté le 18 juin 2021.
- CANSIM (2011) Table 004-0200 - Census of Agriculture, farms classified by the North American Industry Classification System (NAICS) every 5 years.
- Caron L (dir.), Duchesne L, Grodon A, Khasa D, Kort J, Olivier A, Rivest D, Vézina A (2009) Agroforesterie. *Dans* *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec* (éd). Manuel de foresterie, 2e édition. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, p. 849-872.
- Carrier M, Rhéaume Gonzalez FA, Cogliastro A, Olivier A, Vanasse A, Rivest D (2019) Light availability, weed cover and crop yields in second generation of temperate tree-based intercropping systems. *Field Crops Research* 239:30-37, DOI: 10.1016/j.fcr.2019.05.004.
- Carvalho-Ribeiro SM, Lovett A (2011) Is an attractive forest also considered well managed? Public preferences for forest cover and stand structure across a rural/urban gradient in northern Portugal. *Forest Policy and Economics* 13(1): 46-54. DOI: 10.1016/j.forpol.2010.09.003
- Carvalho-Ribeiro S, Paracchini ML, Schüpbach B, Ode Sang A, Vanderheyden V, Southern A, Jones P, Contreras B, Riordan T (2016) Assessing the ability of rural agrarian areas to provide cultural ecosystem services (CES): a multi scale social indicator framework (MSIF). *Land Use Policy* 53: 8–19. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.04.024
- Castonguay S (2007) Foresterie scientifique et reforestation : l’État et la production d’une « forêt à pâte » au Québec dans la première moitié du XXe siècle. *Revue d’histoire de l’Amérique française* 60 :61-93. DOI : <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.7202/014595ar>

- Castonguay S, Saint-Laurent D (2009) Reconstructing reforestation: changing land use patterns along the Saint-François River in the Eastern Townships. *Dans* MacEachern A, Turkel EJ (dir) *Method and meaning in Canadian environmental history*. Th. Nelson, Toronto, pp 273–292.
- Chabot NJ (1948) *Plantes mellifères du Québec*. Ministère de l'agriculture du Québec, division de l'agriculture. Disponible à <https://www.agrireseau.net/apiculture/documents/PLANTES%20MELLIF%20C3%88RES%20DU%20QU%20C3%89BEC%20version%20.pdf>. Consulté le 12 octobre 2020.
- Chambers R (1983) *Rural development: Putting the last first*. New York, Longman, 246 p.
- Checkland P (1976) Science and the systems paradigm. *International Journal of General Systems* 3: 127-134. DOI: 10.1080/03081077608934748
- Chiffot V, Rivest D, Olivier A, Cogliastro A, Khasa D (2009) Molecular analysis of arbuscular mycorrhizal community structure and spores distribution in tree-based intercropping and forest systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131:32-39. DOI: 10.1016/j.agee.2008.11.010
- Colding J, Barthel S (2019) Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. *Ecology and Society* 24(1):2. DOI: 10.5751/ES-10598-240102
- Collins SL, Carpenter SR, Swinton SM, Orenstein DE, Childers DL, Gragson TL, Grimm NB, Grove M, Harlan SL, Kaye JP (2011) An integrated conceptual framework for long-term social–ecological research. *Frontiers in Ecology and Environment* 9: 351-357. DOI: 10.1890/100068
- Concu N, Atzeni G (2012) Conflicting preferences among tourists and residents. *Tourism Management* 33: 1293-1300. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.12.009
- Conseil de l'Europe (2000) *Convention européenne du paysage*. Florence, 7 p. Disponible en ligne à <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=090000168008062a>. Page consultée le 4 juin 2021.
- Conseil québécois du paysage (2000) *Charte du paysage québécois*. Québec, 7 p. Disponible en ligne à https://www.patrimoinedrumsmond.ca/sites/default/files/charte_paysage.pdf. Page consultée le 4 juin 2021.
- Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso M (2017) Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go ? *Ecosystem Services* 28 :1-16. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Côté M-A, Gilbert D, Nadeau S (2012) *Caractérisation des profils, des motivations et des comportements des propriétaires forestiers québécois par territoire d'agence régionale de mise en valeur des forêts privées*. Rapport produit pour le compte des Agences régionales de mise en valeur des forêts privées et du ministère des Ressources naturelles du Québec. Rapport disponible au foretprivée.ca, 42 p. + annexes.

- Côté M-A, Gilbert D, Nadeau S (2015) Characterizing the profiles, motivations and behaviours of Quebec's forest owners. *Forest Policy and Economics* 59: 83-90. DOI: 10.1016/j.forpol.2015.06.004
- Cottet M, Allagnat M, Genelot E, Rodriguez J (2019) Notion en débat : paysage. *Géoconfluences*. En ligne, <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/paysage>
- CPNQ (Club des producteurs de noix du Québec) (2014) Arbres à noix comestibles. 2e édition. 14 p. Disponible en ligne à https://www.noixduquebec.org/uploads/1/9/2/2/19220259/fiches_techniques_-_arbres_%C3%A0_noix_par_le_cpncq.pdf
- CPTAQ (Commission de protection du territoire agricole du Québec) (2020) Rapport annuel 2019-2020. Commission de protection du territoire agricole du Québec, Québec. Disponible en ligne à http://www.cptaq.gouv.qc.ca/fileadmin/fr/publications/publications/rannuel/rap_annuel2019-2020/CPTAQ_Rapport_annuel_de_gestion_2019%E2%80%932020_EPAC.pdf
- CPTAQ (Commission de protection du territoire agricole du Québec) (2021) Plans de la zone agricole. Accessible en ligne à <http://www.cptaq.gouv.qc.ca/index.php?id=116&MP=20-145>. Consulté le 12 janvier 2021.
- CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec) (2011) Terminologie et définitions. Document préparé par l'exécutif du comité agroforesterie, 24 novembre, 2 p. Accessible en ligne à https://www.craaq.qc.ca/UserFiles/File/Comites/AGF/Terminologie_2011.pdf. Document consulté le 12 octobre 2014.
- CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec) (2020) Réseau de sites de démonstration en agroforesterie. Outils web au service du secteur agricole et agroalimentaire. En ligne <https://outils.craaq.qc.ca/reseau-de-sites-de-demonstration-en-agroforesterie/recherche>. Consulté le 3 avril 2021.
- Crutzen PJ (2006) The “Anthropocene”. In: Ehlers E., Krafft T. (eds) *Earth System Science in the Anthropocene*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3
- Cuellar MA, Allaire SE, Lange SF, Bradley RL, Parsons WFJ, Rivest D, Cogliastro A (2017) Greenhouse gas dynamics in a tree-based intercropping system compared with an organic conventional system. *Canadian Journal of Soil Science* 97(3) : 382–393. DOI : <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0081>
- Dakin SL (2003) There's more to landscape than meets the eye: towards inclusive landscape assessment in resource and environmental management. *The Canadian Geographer* 47: 185–200. DOI: 10.1111/1541-0064.t01-1-00003
- Dansereau P (1973) *La terre des Hommes et le paysage intérieur*. Montréal, Leméac, 190 p.

- Davis JL, Green JD, Reed A (2009) Interdependence with the environment: commitment, interconnectedness, and environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology* 29:173–80. DOI:10.1016/j.jenvp.2008.11.001
- de Almeida AT, Geiger MJ, Morais DC (2018) Challenges in multicriteria decision methods, *IMA Journal of Management Mathematics* 29(3): 247–252. DOI: doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1093/imaman/dpy005
- De Baets N, Gariépy S, Vézina A. (2007) *Portrait de l'agroforesterie au Québec*. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Canada
- De Groot W, van den Born RJG (2003) Visions of nature and landscape type preferences: An exploration in The Netherlands. *Landscape and Urban Planning* 63(3): 127-138. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00184-6
- de Vaus D (2002) *Analyzing Social Science Data: 50 Key Problems in Data Analysis*. London: SAGE Publishing, 393 p.
- Dearden P (1985) Philosophy, theory and method in landscape evaluation. *The Canadian Geographer* 29: 263–265. DOI: 10.1111/j.1541-0064.1985.tb00371
- Debailleul G (2014) Les politiques agricoles produisent-elles des aménités ? Dans Ruiz J. et al (dir). *Agriculture et paysages : penser autrement les paysages ruraux*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal, pp. 63-78.
- Debourdeau A (2016) Aux origines de la pensée écologique : Ernst Haeckel, du naturalisme à la philosophie de l'Oïkos. *Revue française d'histoire des idées politiques* 44 : 33-62. DOI : <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.3917/rfhip1.044.0033>
- Descartes R (1637) *Discours de la méthode*. Éditions du Marquis, 2011, 46 p. Disponible en ligne à <https://philosophie.cegeptr.qc.ca/wp-content/documents/Discours-de-la-m%C3%A9thode.pdf>
- Deschênes M, Bélanger L, Giroux JF (2003) Use of farmland riparian strips by declining and crop damaging birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 567-577. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00177-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00177-9)
- Desrochers A, Bélisle M (2007) Edge, patch and landscape effects on chickadee movements. (Chap. 15) In *Ecology and Behavior of Chickadees and Titmice: an integrated approach*. New-York, USA, Oxford University Press, p. 243-261.
- Desrochers RE, Kerr JT, Currie DJ (2011) How, and how much, natural cover loss increases species richness. *Global Ecology and Biogeography* 20: 857-867. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2011.00658.x
- Desrochers A, Bélisle M, Morand-Ferron J, Bourque J (2011) Integrating GIS and homing experiment to study avian movement cost. *Landscape Ecology* 26:47-58. DOI: 10.1007/s10980-010-9532-8
- Desrosiers-Côté M, Doyon M (2019) L'incidence des plans de développement de la zone agricole (PDZA) sur la sociabilité et les représentations agricoles. *Cahiers de géographie du Québec* 176: 277-295. DOI: <https://doi.org/10.7202/1063107ar>

- Dessureault C (1989) Crise ou modernisation. La société rurale maskoutaine du premier tiers du XIXe siècle. *Revue d'histoire de l'Amérique française* 42 :359-387. DOI : <https://doi.org/10.7202/304706ar>
- Dick L, Taylor J (2015) "Histoire de l'agriculture jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale". *l'Encyclopédie Canadienne*, Historica Canada. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-lagriculture>. Consulté le 15 juillet 2021.
- Djordjevic, Jelena, Robert J. Zatorre, Michael Petrides, J. A. Boyle, and Marilyn Jones-Gotman (2005), "Functional Neuroimaging of Odor Imagery," *NeuroImage*, 24 (3), 791–801.
- Doblas-Miranda E, Paquette A, Work TT (2014) Intercropping trees' effect on soil oribatid diversity in agro-ecosystems *Agroforestry Systems* 88:671-678 DOI:10.1007/s10457-014-9680-y
- Domon G, Bouchard A (2007) The landscape history of Godmanchester (Quebec, Canada): two centuries of shifting relationships between anthropic and biophysical factors. *Landscape Ecology* DOI:10.1007/s10980-007-9100-z
- Domon G, Ruiz J (2015) *Paysages ruraux : méthodes d'état des lieux et de diagnostic*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal, 293 p.
- Donnadieu G, Karsky M (2002) *La systémique : penser et agir dans la complexité*. Paris, Liaisons.
- Dosi G (1982) Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11: 147-162. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dosskey M, Bentrup G, Wells G (2008) Indicators and guidelines for landscape assessment and planning for agroforestry. *AF Note 40*, USDA, 4 p. Accessible à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an40g12.pdf>.
- Dosskey MG, Eisenhauer DE, Helmers MJ (2005) Establishing conservation buffers using precision information. *Journal of Soil and Water Conservation* 60: 349-354.
- Doucet C (2017) *Modèle agricole territorial en émergence au Québec : le cas de la région de l'Outaouais*. Thèse. Gatineau, Université du Québec en Outaouais, Département des sciences sociales, 483 p. Disponible à <http://di.uqo.ca/id/eprint/939/>
- Dougherty MC, Thevathasan NV, Gordon AM, Lee H, Kort J (2009) Nitrate and *Escherichia coli* NAR analysis in tile drain effluent from a mixed tree intercrop and monocrop system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131: 77-84. DOI:10.1016/j.agee.2008.09.011
- Doyon M, Desrosiers-Côté M, Loyer F (2016) Les PDZA : un renouvellement de la gouvernance agricole. *Revue vie économique* 8. Disponible en ligne à <http://www.eve.coop/?a=251>

- Doyon M, Klein JL, Veillette L, Bryant C, Yom C (2013) La néoruralité au Québec : facteur présentiel d'enrichissement collectif ou source d'embourgeoisement. *Géographie, économie, société* 15 :117-137.
- Dramstad WE, Tveit MS, Fjellstad WJ, Fry GLA (2006) Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and Urban Planning* 78(4): 465-474. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.12.006
- Drapeau P, Leduc A, Jobin B, Imbeau L, Desrochers M (2019). Changement d'habitat et de répartition des oiseaux nicheurs d'un atlas à l'autre. Dans: Robert, M., M.-H. Hachey, D. Lepage et A.R. Couturier (édit.). Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Regroupement QuébecOiseaux, Service canadien de la faune (Environnement et Changement climatique Canada) et Études d'Oiseaux Canada, Montréal, p. 35-55.
- Dufumier M (2018) L'agroécologie peut nous sauver. Paris, Seuil.
- Duncan S (2006) Cultural geography. Dans Warf B (dir). *Encyclopedia of Human Geography*. Thousand Oaks, California: Sage Publications. DOI : <https://sk-sagepub-com.acces.bibl.ulaval.ca/reference/humangeography/n54.xml>. Consulté le 2021-05-31.
- Dupras J, Lévesque A, Pelletier-Guittier C, Beaumont M, Zaga-Mendez A, Bissonnette J-F, Theau J, Dupuch A, Doyon F, Gonzalez A (2020) Pérenniser les pratiques agroenvironnementales et les aménagements agroforestiers linéaires: une analyse écologique et socio-économique pour augmenter la résilience des systèmes agricoles face aux changements climatiques. Ouranos, Rapport de recherche, 66 p. Accessible en ligne à <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDupras2020.pdf>.
- Dupraz C, Liagre F (2011) *Agroforesterie: des arbres et des cultures*. Éditions France agricole, 432 p.
- Düzgünes E, Demirel Ö (2015) Evaluation of rural areas in terms of landscape quality: Salacik Village (Trabzon/Turkey) example. *Environmental Monitoring Assessment* 187: 310. DOI: 10.1007/s10661-015-4544-0
- Escande Y (2005) *Montagnes et eaux. La culture du shanshui*. Paris, Hermann.
- Escribano M, Mesias FJ, Horrillo A, Elghannam A, Gaspar P (2016) Stakeholders' visions on environmental and economic benefits from dehesa agroforestry systems: a Delphi approach. Paper presented at the 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, France, 23-25 May, 2016
- États généraux du monde rural (1991) *Tant vaut le village, tant vaut le pays : Actes des États généraux du monde rural*, Montréal, 193 p.
- Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (2005) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington DC
- Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (2012) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington DC.

- Evans C (2011) Les groupes de discussion ou focus groups. Dans *Méthodologies de recherches et bibliothéconomie*. Centre de documentation du GREF, Paris, pp. 87-102.
- Falk JH, Balling JD (2010) Evolutionary influence on human landscape preference. *Environmental Behavior* 42: 479-493. DOI: 10.1177/0013916509341244
- FAO (2020). The State of the World's Forests. Disponible en ligne à <http://www.fao.org/3/ca8642en/CA8642EN.pdf>. Consulté le 15 avril 2021.
- Feld L, Hjelmsø MH, Nielsen MS, Jacobsen AD, Rønn R, et al. (2015) Pesticide Side Effects in an Agricultural Soil Ecosystem as Measured by amoA Expression Quantification and Bacterial Diversity Changes. *PLOS ONE* 10(5): e0126080. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126080>
- FIHOQ et AQPP (Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec et Association québécoise des producteurs en pépinières (2021). Répertoire des végétaux à planter en bandes riveraines. Disponible en ligne à <https://quebecvert.com/medias/D1.1.5B-1.pdf>. Consulté le 15 mars 2021.
- Filleron J-C (2008) « Paysage », pérennité du sens et diversité des pratiques. In Boumédiène F et Couégnas N (dir). *Paysages et valeurs : de la représentation à la simulation*. Actes de colloque, Université de Limoges, 23-25 novembre 2005. Disponible en ligne à <https://www.unilim.fr/actes-semiotiques/1265>. Page consultée le 13 mars 2019.
- Filova L, Vojar J, Svoboda K, Sklenicka P (2015) The effect of landscape type and landscape elements on public visual preferences: ways to use knowledge in the context of landscape planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 58: 2037-2055. DOI: 10.1080/09640568.2014.973481
- Fischer AP (2018) Forest landscapes as social-ecological systems and implications for management. *Landscape and Urban Planning* 177:138-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.001>.
- Flamand-Hubert M (2015) "L'homme en face d'une nature qui le repousse": forêt et territoire dans la littérature de la première moitié du XXe siècle. *Histoire de l'Amérique française* 68:301-324. DOI: 10.7202/014598ar
- Flint CG, Kunze I, Muhar A, Yoshida Y, Penker M (2013) Exploring empirical typologies of human–nature relationships and linkages to the ecosystem services concept. *Landscape and Urban Planning* 120 :208-217. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.09.002>.
- Folke C (2006) Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16:253-267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>.
- Folke C, Pritchard L, Berkes F, Colding J, Svedin U (2007) The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. *Ecology and Society* 12(1): 30. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art30/>

- Fortier J, Truax B, Gagnon D, Lambert F (2013) Root biomass and soil carbon distribution in hybrid poplar riparian buffers, herbaceous riparian buffers and natural riparian woodlots on farmland. *SpringerPlus* 2:539. DOI: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-539>
- Fortin G et Gosselin E (1960) La professionnalisation du travail en forêt. *Recherches sociographiques*, 1: 34-35.
- Fortin M-J (2001) Le paysage comme lieu d'expression de l'identité rurale : le cas de la communauté de Petit-Saguenay. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en études régionales, Université du Québec à Chicoutimi, Groupe de recherche et d'intervention régionales, 150 p.
- Foster JB (2012) *The Four Laws of Ecology and the Four Anti-Ecological Laws of Capitalism*. New York: Monthly Review Press.
- FPFQ (Fédération des producteurs forestiers du Québec) (2021) Prixbois. Site internet de la FPFQ. Accessible en ligne à <http://www.prixbois.ca/>. Consulté le 15 avril 2021.
- Franco D, Franco D, Mannino I, Zanetto G (2003) The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: The role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and Urban Planning* 62:119-138. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00127-5
- Frank S, Fürst C, Kschke L, Witt A, Makeschin F (2013) Assessment of landscape aesthetics—Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators* 32:222– 231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026
- Frison EA, Cherfas J, Hodgkin T (2011) Agricultural biodiversity for a Sustainable Improvement in Food and Nutrition Security. *Sustainability* 3: 238-253. DOI: <https://doi.org/10.3390/su3010238>
- Fukamachi K (2020) Building resilient socio-ecological systems in Japan: Satoyama examples from Shiga Prefecture. *Ecosystem Services* 46: 101187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101187>.
- Gafsi M, Legagneux B, Nguyen G, Robin P (2006) Towards sustainable farming systems: effectiveness and deficiency of the French procedure of sustainable agriculture. *Agricultural Systems* 90: 226–242. DOI: 10.1016/j.agsy.2006.01.002
- Gao T, Liang H, Chen Y, Qiu L (2019) Comparisons of Landscape Preferences through Three Different Perceptual Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(23): 4754. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16234754>
- García de Jalón S, Burgess PJ, Graves A, Moreno G, McAdam J, Pottier E, Novak S, Bondesan V, Mosquera-Losada R, Crous-Durán J, Palma JHN, Paulo JA, Oliveira TS, Cirou E, Hannachi Y, Pantera A, Wartelle R, Kay S, Malignier N, Van Lerberghe P, Tsonkova P, Mirck J, Rois M, Kongsted AG, Thenail C, Luske B, Berg S, Gosme M, Vityi A (2017) How is agroforestry perceived in Europe? An assessment of positive and

- negative aspects among stakeholders. *Agroforestry Systems* 67:29-50. DOI: 10.1007/s10457-017-0116-3
- Garrett HE, McGraw RL, Walter WD (2009) Alley Cropping Practices. In Garrett HE (dir). *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*. 2e édition. American Society of Agronomy, Madison, United States, pp. 133-162.
- Gaudreau G (1979) Le rapport agriculture-forêt au Québec : note historiographique. *Revue d'histoire de l'Amérique française* 33: 67-78. DOI : <https://doi.org/10.7202/303752ar>.
- Gauthier S (2015) Marius Barbeau. Charlevoix, été 1916. Rabaska : *Revue d'ethnologie de l'Amérique française* 13 :16-21. DOI: <https://doi.org/10.7202/1033744ar>
- Gauthier S, Perron N (2002) Charlevoix. Encyclobec – Chaire Fernand-Dumont sur la Culture. Site internet de l'INRS (Institut national de recherche scientifique). Disponible en ligne à http://encyclobec.ca/region_theme.php?idregion=5. Page consultée le 9 juin 2021.
- Geburu BM, Wang SW, Kim SJ, Lee W-K (2019) Socio-Ecological Niche and Factors Affecting Agroforestry Practice Adoption in Different Agroecologies of Southern Tigray, Ethiopia. *Sustainability* 11: 3729. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11133729>
- Geels FW (2002) Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes : A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31: 1257-1274. DOI: [https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels FW (2004) From sectoral systems of innovation to socio-technical systems : Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy* 33: 897-920. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels FW, Schot J (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36: 399-417. DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.003
- Gerber J-D, Hess G (2017) From landscape resources to landscape commons: focussing on the non-utility values of landscape. *International Journal of the Commons* 11: 708–732. DOI: <http://doi.org/10.18352/ijc.745>
- Giannakis, K., and Smith, M. (2001). “Imaging soundscapes: identifying cognitive associations between auditory and visual dimensions,” in *Musical Imagery*, eds R. I. Godøy and H. Jørgensen (Lisse, Holland: Swets and Zeitlinger), 161–179.
- Gibbs S, Koblents H, Coleman B, Gordon AM, Thevathasan N, Williams P (2016) Avian diversity in a temperate tree-based intercropping system from inception to now. *Agroforestry systems* 90:905-916. DOI: 10.1007/s10457-016-9901-7
- Gilbert J-P, Rouleau F (2017) L'industrie des pâtes et papiers - un bref historique d'innovation. Dans Gilbert JP et Rouleau F. *L'industrie des pâtes et papiers 1987-2017 – Une profonde transformation*, *Le Monde forestier*, décembre 2016 – janvier 2017.
- Gingras ME, Belleau H (2015) Avantages et désavantages du sondage en ligne comme méthode de collecte de données: une revue de la littérature. Inédit 2015-02, Centre

- Urbanisation, Culture et Société, Institut national de la recherche scientifique, Montréal, 21 p. Disponible en ligne à <http://espace.inrs.ca/id/eprint/2678/1/Inedit02-15.pdf>
- Gliessman S (2016) Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 40: 187-189. DOI: 10.1080/21683565.2015.1130765.
- Gobster PH, Nassauer JI, Daniel TC, Fry G (2007) The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology? *Landscape Ecology* 22:959-972. DOI: 10.1007/s10980-007-9110-x
- Godsey LD, Mercer ED, Grala RK, Grado SC, Alavalapati RR (2009) Agroforestry Economics and Policy. In: Garrett HE (ed) *Norh American Agroforestry: an integrated science and practice*. 2nd edn. American Society of Agronomy, Madison, pp 315-333
- Gonzalez A, Thompson P, Loreau M (2018) Spatial ecological networks: planning for sustainability in the long-term. *Current Opinion in Environmental Sustainability* DOI: 10.1016/j.cosust.2018.03.012
- Görg C (2007) Landscape governance - The "politics of scale" and the "natural" conditions of places. *Geoforum* 38(5): 954-966. DOI: 10.1016/j.geoforum.2007.01.004
- Gouvernement du Canada (2020) Le partenariat trans-pacifique et ses impacts sur l'agriculture. Disponible en ligne à gouv.gc.ca/economie/exportations/agriculture/ptt.fr. Consulté le 13 mai 2021.
- Gouvernement du Québec (2019) Carte de la forêt privée. Forêt ouverte, portail de données ouvertes sur la forêt. En ligne à <https://mffp.gouv.qc.ca/le-ministere/cartes-plans/>. Carte consultée le 12 juillet 2021.
- Gouvernement du Québec (2021) Liste des MRC. Partenariat données Québec. Disponible en ligne à <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/repertoire-des-municipalites-du-quebec/ressource/7b2099d3-1530-443e-a240-7adedc56438d>. Page consultée le 8 juin 2021.
- Goven J, Morris CM (2012) Regulating Biopharming: The Prism of Farmer Knowledge. *Science and Culture* 21: 497-527. DOI: <https://doi.org/10.1080/09505431.2012.685236>
- Grala RK, Tyndall JC, Mize CW (2010) Impact of field windbreaks on visual appearance of agricultural lands. *Agroforestry Systems* 80:411-422. DOI: 10.1007/s10457-010-9335-6
- Grandgirard D, Carre F, Leclercq C, Chemin F, Beauchamp M, Liagre F (2016) Experts' perceptions of potential ecosystem services from agroforestry and other agro-ecological alternatives. Paper presented at the 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, France.
- Graves AR, Burgess PJ, Liagre F, Dupraz C (2017) Farmer perception of benefits, constraints and opportunities for silvoarable systems: preliminary insights from Bedfordshire, England. *Outlook in Agriculture* 46:74-83. DOI: 10.1177/0030727017691173

- Graves AR, Burgess PJ, Liagre F, Pisanelli A, Paris P, Moreno G, Bellido M, Mayus M, Postma M, Schindler B, Mantzanas K, Papanastasis VP, Dupraz C (2010) Farmer Perceptions of Silvoarable Systems in Seven European Countries. In: Rigueiro-Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds). *Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry*, vol 6. Springer, Dordrecht, DOI: 10.1007/978-1-4020-8272-6_4
- Groupe de travail sur le cadre conceptuel de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2003) *Les écosystèmes et le bien-être de l'Homme: Un cadre d'évaluation. Résumé*, 28 p. Disponible en ligne à <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.6.aspx.pdf>. Document consulté le 13 septembre 2020.
- Guimond L, Jean B (2017) Québec. State of Rural Canada Report. Disponible en ligne à <http://sorc.crrf.ca/quebec/>. Document consulté le 14 avril 2020.
- Guimond L, Simard M (2010) Gentrification and neo-rural populations in the Québec countryside: Representations of various actors. *Journal of Rural Studies* 26:449-464. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2010.06.002
- Gunderson L, Holling CS, Light S (1995) *Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions*. New York, Columbia University Press.
- Gunderson LH (2000) Ecological Resilience—in Theory and Application. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31(1):425–39. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425>
- Gunstone T, Cornelisse T, Klein K, Dubey A, Donley N (2021) Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment. *Frontiers in Environmental Science* 9 :122. DOI : <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2021.643847>
- Gyllin M, Grahn P (2015) Semantic Assessments of Experienced Biodiversity from Photographs and On-Site Observations—A Comparison. *Environment and Natural Resources Research* 5 :46–62. DOI: 10.5539/enrr.v5n4p46
- Hardin G (1988) The tragedy of the commons. *Science* 162:1243-1248. DOI: <http://www.jstor.org/stable/1724745>
- Harding SP, Burch SE, Wemelsfelder F (2017) The Assessment of Landscape Expressivity: A Free Choice Profiling Approach. *PLoS ONE* 12(1): e0169507. DOI: 10.1371/journal.pone.0169507
- Harvey C (2001) La production fromagère dans Charlevoix (1880-1953). *Revue d'histoire de Charlevoix, hors-série* 5 :9-12.
- Hayashi K (2000) Multi-criteria analysis for agricultural resource management: a critical survey and future perspectives. *European Journal of Operational Research* 122: 486–500. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00249-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00249-0)
- Heidegger M (1958) *Bâtir Habiter Penser*, in *Essais et Conférences*, Paris, Gallimard, traduit de l'allemand par André Préau, 170-193.

- Herzog TR, Herbert EJ, Kaplan, R, Crooks CL (2000) Cultural and developmental comparisons of landscape perceptions and preferences. *Environment and Behaviour* 32: 301–323. DOI: 10.1177/0013916500323002
- Hightshoe GL (1988) Native trees, shrubs, and vines for urban and rural America : a planting design manual for environmental designers. Van Nostrand Reinhold, New York, 354 p.
- HLPE (High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition) (2019) Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, 169 p. Disponible en ligne à <http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf>. Document consulté le 13 juin 2019.
- Holland (1992) Complex Adaptative Systems. *Daedalus* 121: 17-30. DOI: <http://www.jstor.org/stable/20025416>.
- Holling CS (1986) The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change. Dans Clark WC et Munn RE (dir). *Sustainable Development of the Biosphere*, pp 292-317, Cambridge, Cambridge University Press.
- Holling CS, Schindler DW, Walker BW, Roughgarden J (1995) Biodiversity in the functioning of ecosystems: An ecological synthesis. Dans Perrings C, Mäler KG, Folke C, Holling CS, Jansson B-O (dir). *Biodiversity Loss: Economic and Ecological Issues*, pp. 44-83, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hotelier-Rous N, Laroche G, Durocher È, Rivest D, Olivier A, Liagre F, Cogliastro A (2021) Temperate Agroforestry Development: The Case of Québec and of France. *Sustainability* 12(17): 7227. DOI: 10.3390/su12177227
- Howley P (2011) Landscape Aesthetics: Assessing the General Publics' Preferences towards Rural Landscapes. *Ecological Economics* 72:161-169. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.09.026
- INSPQ (Institut national de la santé publique du Québec) (2020) Pandémie et insécurité alimentaire : Résultats du 29 juin 2020. Disponible en ligne à <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/sondages-attitudes-comportements-quebecois/insecurite-alimentaire-juin-2020>. Document consulté le 13 septembre 2021.
- ISQ (Institut de la statistique du Québec) (2014) General Data on Charlevoix-Est. Accessible en ligne à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_03/impr_mrc_03_015.htm. Document consulté le 26 mai 2018.
- ISQ (Institut de la statistique du Québec) (2017a) 16 - Montérégie and its regional county municipalities (RCMs). Information capsule by RCM. Accessible en ligne à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_16/region_16_00.htm. Page consultée le 27 juillet 2018.

- ISQ (Institut national de la statistique) (2017b) 03 - Capitale-Nationale and its regional county municipalities (RCMs). Information capsule by RCM. Disponible en ligne à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_03/region_03_00.htm. Page consultée le 27 juillet 2018.
- ISQ (Institut de la statistique du Québec) (2018) Indice de vitalité économique des territoires. Disponible en ligne à <https://statistique.quebec.ca/fr/document/indice-de-vitalite-economique-des-territoires>. Page consultée le 12 janvier 2021.
- ISQ (Institut de la statistique du Québec) (2020) Panorama des régions du Québec. Institut de la statistique du Québec. Disponible en ligne à <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/panorama-des-regions-du-quebec-edition-2020.pdf>. Document consulté le 18 juin 2021.
- Jackson PB (2000) Rematerializing Social and Cultural Geography. *Social and Cultural Geography* 1: 9-14. DOI : <https://doi.org/10.1080/14649369950133449>
- Jacques LS, Dion JP, Lebel F, Simard C, Zussy S, Nolet J, Sauvé C, Vézina A (2009) Analyse de la faisabilité économique des aménagements agroforestiers pour les producteurs agricoles, Volet 2 de l'étape 6 du projet "Biens et services environnementaux et agroforesterie: l'intérêt du producteur et de la société". La Pocatière, 21 p.
- Jean B (1997) *Territoires d'avenir : pour une sociologie de la ruralité*. Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 318 p.
- Jean B, Dionne S (2007) La ruralité entre les appréciations statistiques et les représentations sociales : comprendre la reconfiguration socio-spatiale des territoires ruraux québécois. *Norois* 202 :9-19.
- Jiggins J (1989) How poor women earn income in sub-Saharan Africa and what works against them. *World Development* 17:953-963. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(89\)90160-5](https://doi.org/10.1016/0305-750X(89)90160-5).
- Jobin, BL, Gratton MJ, Côté O, Pfister D, Lachance M, Mingelbier D, Blais D, Blais A, Leclair D. (2020) L'atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les basses-terres du Saint-Laurent: un outil pour orienter la conservation des milieux naturels dans le sud du Québec. *Le Naturaliste canadien*, 144 (2): 47–64. DOI : <https://doi.org/10.7202/1073990ar>
- Jobin B, Beaulieu J, Grenier M, Bélanger L, Maisonneuve C, Bordage D, Filion B (2003) Landscape changes and ecological studies in agricultural regions, Québec, Canada. *Landscape Ecology* 18:575–590. DOI : <https://doi.org/10.1023/A:1026047625427>
- Jobin B, Langevin R, Allard M, Labrecque S, Dauphin D, Benoit M, Aquin P (2013) Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes: étude de cas au lac Saint-Pierre. Service canadien de la faune. Disponible en ligne à http://belsp.uqtr.ca/id/eprint/268/1/Jobin%20et%20al._2013_Analyse%20paysage_habitats_oiseaux%20migrateurs_A.pdf. Consulté le 15 février 2021.

- Jobin B, Rodrigue D, DesGranges J-L (2002) Amphibian and reptile diversity along the St. Lawrence River. *Canadian Field-Naturalist* 116: 551-558.
- Jolin ZB (2015) Le développement de l'agroécologie au Québec : redéfinir les paradigmes agricoles. Essai, Université de Sherbrooke, 101 p.
- Jones, David C (2002) *Empire of Dust: Settling and Abandoning the Prairie Dry Belt*. Calgary: University of Calgary Press.
- Jose S (2009) Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems* 76:1-10. DOI: 10.1007/s10457-009-9229-7
- Juignet P (2019) État actuel de la théorie des systèmes. In : Philosophie, science et société. Disponible à l'adresse : <https://philosciences.com/philosophie-generale/complexite-systeme-organisation-emergence/44-etat-actuel-de-la-theorie-des-systemes>. Consulté le 22 mai 2021.
- Junge X, Schüpbach B, Walter B, Schmid B, Lindemann-Matthies P (2015) Aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland. *Landscape and Urban Planning* 133:67–77. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.09.010
- Kalaba FK (2014) A conceptual framework for understanding forest socio-ecological systems. *Biodiversity Conservation* 23 : 3391–3403. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0792-5>
- Kangas J, Kangas A (2005) Multiple criteria decision support in forest management—the approach-methods applied, and experiences gained. *Forest Ecology and Management* 207: 133–143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.023>
- Kangas J, Store R, Kangas A (2005) Socioecological landscape planning approach and multicriteria acceptability analysis in multiple-purpose forest management. *Forest Policy and Economics* 7(4): 603-614. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2003.12.001>.
- Kaplan S, Kaplan S (1989) *The Experience of Nature: a Psychological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge
- Karasov O, Vieira AAB, Külvik M, Chervanyov I (2020) Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data. *Ecological Indicators* 111:105973, DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105973
- Katelborn BJ, Bjerke T (2002) Associations between environmental value orientations and landscape preferences. *Landscape and Urban Planning* 59:1–11. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00243-2
- Klein AM, Boreux V, Bauhus J, Chappell MJ, Fischer J, Philpott SM (2014) Forest islands in an agricultural sea. In: Kettle CJ, Koh LP (eds) *Global Forest Fragmentation*. CABI, Wallingford, pp. 79-95.
- Krishna A, Morrin M, Sayin E (2014) Smellizing Cookies and Salivating: A Focus on Olfactory Imagery. *Journal of Consumer Research* 41:18-34. DOI: <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1086/674664>

- Kuhn TS (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, Chicago Press.
- Kuiper J (1998) Landscape quality based upon diversity, coherence and continuity. *Landscape and Urban Planning* 43(1):91-104. DOI: 10.1016/S0169-2046(98)00075-9
- Kuper R (2013) Here and gone: The Visual Effects of Seasonal Changes in Plant and Vegetative Characteristics on Landscape Preference Criteria. *Landscape Journal* 32:1 65-78. DOI: 10.3368/lj.32.1.65
- Kuper R (2017) Evaluations of landscape preference, complexity, and coherence for designed digital landscape models. *Landscape and Urban Planning* 157:407-421. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.09.002
- Kurttila M, Pesonen M, Kangas J, Kajanus M (2000) Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest-certification case *Forest Policy and Economics* 1(1): 41-52 DOI: 10.1016/S1389-9341(99)00004-0
- Kusters K, Buck L, de Graaf M, Minang P, van Oosten C, Zagt R (2018) Participatory Planning, Monitoring and Evaluation of Multi-Stakeholder Platforms in Integrated Landscape Initiatives. *Environmental Management* 62: 170–181. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0847-y>
- L’Italien F, Hanin F, Lapointe P-A, Bouthillier L, Audibert V (2013) À la croisée des chemins forestiers : Redéfinir les configurations productives et territoriales de l’industrie de la forêt de la région de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay. *Cahier de transfert CT-2013-003*. Alliance de recherche universités-communautés Innovations, travail et emploi, 62 p. Disponible à http://www.aruc.rlt.ulaval.ca/sites/aruc.rlt.ulaval.ca/files/ct-2013-003_flitalien_et_al.pdf. Document consulté le 20 juin 2021.
- Laboratoire Agroforesterie et paysages (2016) Annexe 2 - Arbres et arbustes utilisés pour les essais. MRC du Rocher-Percé, 4 p. Disponible à <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabAgf-FicheAnnexe2-EssencesEnvisagees.pdf>. Consulté le 6 mars 2020.
- Laboratoire rural Agroforesterie et paysage (2015) Fiche 1 - Introduction au projet. MRC du Rocher-Percé, 4 p. Disponible à <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabAgf-Fiche1-DescriptionProjet.pdf>. Document consulté le 12 mars 2017.
- Laboratoire rural Agroforesterie et paysages (2015) Fiche 6 - Perceptions et adoption. MRC du Rocher-Percé, 6 p. Disponible à <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabAgf-Fiche6-PerceptionsAdoption.pdf>
- Lacombe S, Bradley RL, Hamel C, Beaulieu C (2009) Do tree-based intercropping systems increase the diversity and stability of soil microbial communities? *Agriculture Ecosystem and Environment* 131:25-31 DOI:10.1016/j.agee.2008.08.010
- Lamine C, Bui S, Ollivier G (2015). Pour une approche systémique et pragmatique de la transition écologique des systèmes agri-alimentaires. *Cahiers de recherche sociologique*,

- Dép. de sociologie. Université du Québec à Montréal, 2015, Pour une sociologie de la transition écologique, pp.95-117. DOI : hal-01321524
- Lamoureux S, Dion C (2016) Guide de recommandation - Aménagement et pratiques favorisant la protection des oiseaux champêtres. Québec, Regroupement Québec Oiseau, 198 p.
- Lapointe JJ (1993) L'approche systémique et la technologie de l'éducation. Les fondements de la technologie éducative 1. Disponible en ligne à <https://www.sites.fse.ulaval.ca/reveduc/html/vol1/no1/apsyst.html>. Consulté le 21 mai 2021.
- Laroche G, Domon G, Gélinas N, Doyon M, Olivier A (2019) Integrating agroforestry intercropping systems in contrasted agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders' perceptions. *Agroforestry Systems* 93: 947-959. DOI: 10.1007/s10457-018-0191-0
- Laroche G, Domon G, Olivier A (2020) Exploring the social coherence of rural landscapes featuring agroforestry intercropping systems using locals' visual assessments and perceptions. *Sustainability Science* 15:1337–1355. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00837-3>
- Laroche G, Olivier A (2015) Contexte politique québécois et pratique de l'agroforesterie au Québec: état des lieux. *The Forestry Chronicle* 91:524-533. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc2015-091>
- Larson B (2011) *Metaphors for Environmental Sustainability: Redefining Our Relationship with Nature*. New Haven, Yale University Press, 224 p.
- Lassoie JP, Buck LE (2000) Development of agroforestry as an integrated land use management strategy. In Garrett HE, Rietveld WJ, Fisher RF (eds.) *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*. American Society of Agronomy: Madison, Wisconsin.
- Latour B (1997) *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte.
- Latour B (2004) *La politique de la nature: comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris, La Découverte.
- Laurent C (1999) *Activité agricole, Multifonctionnalité, Pluriactivité. Rapport rédigé pour le ministère de l'Agriculture et de la Pêche dans le cadre du comité d'experts sur les Contrats Territoriaux d'Exploitation, 1999, 19 p. + annexes.*
- Laurin S (2000) *Les Laurentides*. Québec, les Presses de l'Université Laval, 190 p.
- Lavoie F (2018) *Plan de développement de la zone agricole de Charlevoix-Est*
- Lawrence JH, Hardesty LH (1992) Mapping the territory: agroforestry awareness among Washington State land managers. *Agroforestry Systems* 19 :27–36. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00130092>

- Le Gall J, Hamant O, Bouron JB (2017) Notion en débat : Anthropocène. *Géoconfluences*. Disponible en ligne à : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/anthropocene>. Page consultée le 4 juin 2021.
- Le Guédard P (2005) Chapitre 1 - Exploitation forestière et colonisation au début du siècle (1870-1900). Dans Le Gédard P. *Exploitation forestière et colonisation 1890-1950 : synthèse historique du développement de la vallée de la Matapédia*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, pp. 14-51.
- Le Moigne JL (1979) *La systémographie: pour mieux maîtriser les modèles*. Québec, Texte présenté au colloque sur la problématique, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval.
- Le Moigne JL (2006) *La théorie du système général : théorie de la modélisation*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Le Roy E (2017) Représentations d'espaces et droits territoriaux autochtones chez les Premières Nations du Canada. *Recherches amérindiennes du Québec* 46:79-90. DOI: <https://doi.org/10.7202/1040437ar>
- Lescourret F, Magda D, Richard G, Adam-Blondon A-F, Bardy M, Baudry J, Doussan I, Dumont B, Lefèvre F, Litrico I, Martin-Clouaire R, Montuelle B, Pellerin S, Plantegenest M, Tacoigne E, Thomas A, Guyomard H, Soussana J-F (2015) A social-ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14 :68-75. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001>.
- Linteau P-A, Durocher R, Robert J-C (1979) *Histoire du Québec contemporain : de la Confédération à la crise Tome 1*, Montréal, Boréal-Express, 658 pages.
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD, Schabenberger O (2006) *SAS for mixed models*. 2nd edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 814 p.
- Logan T, Charron I, Chaumont D, Houle D (2011) *Atlas de scénarios climatiques pour la forêt québécoise*. Montréal: Ouranos; Ministère de ressources naturelles et de la faune du Québec (MRNF). Disponible à http://www.ouranos.ca/media/publication/162_AtlasForet2011-Sans-Annexes.pdf
- Louah L, Visser M, Blaimont A, de Cannière C (2017) Barriers to the development of temperate agroforestry as an example of agroecological innovation: Mainly a matter of cognitive lock-in? *Land Use Policy* 67: 86-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.001>
- Loyce C, Wery J (2006) Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception des systèmes de culture. Dans Doré T, Le Bail M, Martin P, Ney B, Roger-Estrade J (éd). *L'agronomie aujourd'hui*. Paris, Editions Quae, 77-98.
- LPTAAQ, RLRQ P-41.1
- Lugan J (2009) La définition des systèmes. Dans : Jean-Claude Lugan (éd.), *La systématique sociale* (pp. 32-50). Paris cedex 14, France, Presses Universitaires de France.

- Maisonneuve C, Rioux S (2001) Importance of riparian habitats for small mammal and herpetofaunal communities in agricultural landscapes of southern Québec. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83:165-175. DOI : 10.1016/S0167-8809(00)00259-0
- MAMH (ministère des Affaires municipales et de l'Habitation) (2020) Affectations du territoire [données cartographiques]. Édition 2020, Échelle 1 :5000, Gouvernement du Québec, Québec.
- MAMH (ministère des Affaires municipales et de l'Habitation) (2021a) 150 - MRC de Charlevoix-Est. En ligne à <https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/cartes/mrc/150.pdf>. Page consultée le 7 juin 2021.
- MAMH (ministère des Affaires municipales et de l'Habitation) (2021b) Gouvernance municipale en développement local et régional. Site du MAMH. En ligne, <https://www.mamh.gouv.qc.ca/developpement-territorial/gouvernance-municipale-en-developpement-local-et-regional/>. Consulté le 18 mars 2021.
- Mander Ü, Uuemaa E, Roosaaare J, Aunap R, Antrop M (2010) Coherence and fragmentation of landscape patterns as characterized by correlograms: A case study of Estonia. *Landscape and Urban Planning* 94: 31-37. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2009.07.015
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2014) Les Maskoutains. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/lamonteregie/MRCMaskoutains/Pages/mrcdesmaskoutains.aspx>. Accessed on October 23, 2019.
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2017) Les Maskoutains. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/lamonteregie/MRCMaskoutains/Pages/mrcdesmaskoutains2.aspx>. Consulté le 13 novembre 2019.
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2018a) MRC de Charlevoix-Est. Document réalisé par la Direction régionale de la Capitale-Nationale. Disponible en ligne à https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/agriculture/industrie-agricole/regions/capitale-nationale/FI_statistiques_MRC_Charlevoix-Est_MAPAQ.pdf?1595943720. Page consultée le 9 juin 2021.
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2018b) Informations sur les données des exploitations agricoles déclarées au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Disponible en ligne à https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/MinisterePortail/Acces_information/Demandes_acces/2018/Aout/2018-08-09-006_Document.pdf. Document consulté le 20 juin 2021.
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2019) MRC de Charlevoix-Est. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Capitale-Nationale/Fiche_MRC_Charlevoix-Est_accessible.pdf. Accessed on October 23, 2019.

- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2020) Agir, pour une agriculture durable. Plan 2020-2030. Gouvernement du Québec, 38 p. Disponible en ligne à https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan_agriculture_durable/PL_agriculture_durable_MAPAQ.pdf?160338773
3. Document consulté le 3 août 2021.
- MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) (2021) Nombre de fermes biologiques enregistrées au Québec. Disponible en ligne à https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan_agriculture_durable/PL_agriculture_durable_MAPAQ.pdf?160338773
3. Document consulté le 3 août 2021.
- Marchand E (2012) La représentation sociale de l'espace traditionnel des autochtones par rapport à celle du territoire des allochtones : l'exemple de la forêt mauricienne, 1534-1934. *Cahiers de géographie du Québec* 56:157. DOI: 10.7202/1015307ar
- Marchand P, Masse S (2008) Enjeux reliés au développement et à l'application de technologies de boisement et d'agroforesterie pour la production de biomasse énergétique: résultats des groupes de consultation rencontrés au Québec et dans les Prairies. Rapport d'information LAU-X-135. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, 110 p.
- Marchildon, Gregory P (éd.) (2009) *A Dry Oasis: Institutional Adaptation to Climate on the Canadian Prairies*. Regina: University of Regina Press.
- Martin AC, Zim HS, Nelson AL (1961) *American Wildlife and Plants: A Guide to Wildlife Food Habits*. United States Fish and Wildlife Services, 512 p.
- Masquelier-Savatier C (2015) *La Gestalt-Thérapie, Que sais-je ?* Paris, PUF.
- Mathieu J (2001) *La Nouvelle-France. Les Français en Amérique du Nord XV-XVIIIe siècle*. Québec, Les Presses de l'Université Laval.
- Mathieu J, Laberge J (1991) (dir), *L'occupation des terres dans la vallée du Saint-Laurent. Les aveux et dénombrements 1723-1745*, Québec, Septentrion, 1991, 416 p.
- Mathieu J, Lambert ME (2015) Régime seigneurial. *L'encyclopédie Canadienne*. Disponible en ligne à <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/regime-seigneurial>. Page consultée le 23 juillet 2021.
- Matloch J (2018) *The Assessment of German Cultural Landscapes: Evidence from Three Regions Located in the Metropolitan Area of Hamburg*. Springer VS, 286 p. DOI: 10.1007/978-3-658-21416-6
- Matthews S, Pease SM, Gordon AM, Williams PA (1993) Landowner Perceptions and the Adoption of Agroforestry Practices in Southern Ontario, Canada *Agroforestry Systems* 21:159-168 DOI:10.1007/Bf00705227
- Mattia CM, Lovell ST, Davis A (2016) Identifying barriers and motivators for adoption of multifunctional perennial cropping systems by landowners in the Upper Sangamon

- River Watershed, Illinois. *Agroforestry Systems* 92(5): 1155-1169. DOI: 10.1007/s10457-016-0053-6
- McGinnis MD, Ostrom E (2014) Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society* 19(2): 30. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- McHarg IL (1969) *Design with Nature*. New York, Wiley, 208 p.
- McKenney DW, Hutchinson MF, Kesteven JL, Venier LA (2001) Canada's plant hardiness zones revisited using modern climate interpolation techniques. *Canadian Journal of Plant Science* 81: 129-143. DOI: <https://doi.org/10.4141/P00-030>
- Meier E (2021) *The Wooddatabase*. Accessible en ligne à <https://www.wood-database.com/>. Consulté le 15 avril 2021.
- MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2020) *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec*. Gouvernement du Québec, Québec, 480 pages.
- MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2019) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, 44 p. Disponible en ligne à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2017/inventaire1990-2017.pdf>. Consulté le 13 avril 2021.
- MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2020) *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec*, 480 pages. Disponible en ligne à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/Eau/rapport-eau/rapport-eau-2020.pdf>. Document consulté le 20 juin 2021.
- MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2021) *Atlas de l'eau*. Disponible en ligne à <https://environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/atlas-argis/index.html>. Consulté le 20 juin 2021.
- Mercier G (2013) *Paul Vidal de la Blache. Note sur sa vie et son œuvre*. Québec, Département de géographie de l'Université Laval. Disponible en ligne à https://www.researchgate.net/publication/313794297_Paul_Vidal_de_la_Blache_1845-1918_Note_sur_sa_vie_et_son_oeuvre
- Meynard JM, Aggeri F, Coulon JB, Habib R, Tillon JP (2006) *Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants. Rapport du groupe de travail*. INRA, 71p.
- MFFP (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) (2018) *Outil des aires de distribution des espèces*. En ligne à <https://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>. Consulté le 8 mars 2021.

- MFFP (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) (2020) Forêts privées. Site internet du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec. Disponible en ligne à <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/forets-privees/>. Page consultée le 20 octobre 2020.
- MFFP (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) (2021) Forêts. Site internet du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec. Disponible en ligne à <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets>. Page consultée le 14 avril 2021.
- Michelin Y, Candau J (2010) Paysages, outils de médiation. Apport paysages agricoles no 8: des outils pour des projets de développement durable des territoires. Supagro, 23 p. Disponible en ligne à https://www.researchgate.net/publication/305389273_Paysage_outil_de_mediation
- Michon G, De Foresta H, Levang P, Verdeaux F (2007) Domestic forests : a new paradigm for integrating local communities' forestry into tropical forest science. *Ecology and Society* 12. <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art/>.
- Michon G (2015) Agriculteurs à l'ombre des forêts du monde : agroforesteries vernaculaires. Paris, Actes Sud/IRD, 250 p.
- Michon P (2016) Gestalt, perception et relation au monde. Séminaires « Mésologiques » d'A. Berque, EHESS, 19 p. Disponible en ligne à https://issuu.com/rjannel/docs/gestalt__perception_et_relation_au_. Consulté le 25 mai 2021.
- Middleton H (2001) Agroforestry and Its Effects on Ecological Guilds and Arthropod Diversity. M.Sc. (Forestry) Thesis. Faculty of Forestry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada
- Minville E (1944) Le problème social de la forêt. In Minville E (éd). La Forêt (Étude sur notre milieu), Montréal, Fides, 21 p.
- Mitchell MGE, Bennett EM, Gonzalez A, Lechowicz MJ, Rhemtulla JM, Cardille JA, Vanderheyden K, Poirier-Ghys G, Renard D, Delmotte S, Albert CH, Rayfield B, Dumitru M, Huang HH, Larouche M, Liss KN, Maguire DY, Martins KT, Terrado M, Ziter C, Taliana L, Dancose K (2015) The Montérégie Connection: linking landscapes, biodiversity, and ecosystem services to improve decision making. *Ecology and Society* 20(4):15. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07927-200415>
- Moisan-De Serres J, Chagnon M, Fournier V (2013) Influence of windbreaks and forest borders on abundance and species richness of native pollinators in low-bush blueberry fields in Québec, Canada. *Canadian Entomologist* 147: 432-442. DOI : <https://doi.org/10.4039/tce.2014.55>
- Montpetit C, Poullaouec-Gonidec P, Saumier G (2002) Paysage et cadre de vie au Québec : réflexion sur une demande sociale émergente et plurielle. *Cahiers de géographie du Québec* 46(128): 165–189. DOI : <https://doi.org/10.7202/023039ar>
- Morgan D, Krueger RA (1998) The Focus group kit. Sage Publications, California, 109 p.
- Morin E (1995) La stratégie de reliance pour l'intelligence de la complexité. *Revue internationale de systémique* 9 :105-112. Disponible en ligne à <http://www.res->

systemica.org/ris/vol-09/vol09-num-02/ris-vol09-num02-p105-112.pdf. Consulté le 14 février 2021.

Morin E (2014) Introduction à la pensée complexe. Paris, Seuil.

Morneau C (2021) Augmentation du nombre de fermes au Québec en 2021. La Terre de Chez-Nous, 11 janvier 2021. Disponible en ligne à <https://www.laterre.ca/actualites/en-region/augmentation-du-nombre-de-fermes-au-quebec-en-2020>. Page consultée le 20 juillet 2021.

Morrisset M (2010) Politiques et syndicalisme agricole au Québec. Québec, Presses de l'Université Laval, 345 p.

Mosquera-Losada MR, Santiago-Freijanes JJ, Pisanelli A, Rois-Diaz M, Smith J, den Herder M, Moreno G, den Herder M, Ferreiro-Dominguez N, Malignier N, Lamersdorf N, Balaguer F, Pantera A, Rigueiro-Rodriguez A, Aldrey-Vazquez JA, Gonzalez-Hernandez MP, Fernandez-Lorenzo JL, Romero-Franco R, Burgess PJ (2018) Agroforestry in the European common agricultural policy. *Agroforestry Systems* 92:1117-11127. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10457-018-0251-5>

MRC de Charlevoix-Est (2017) Plan de développement de la zone agricole (PDZA). Clermont, 89 p. Disponible en ligne à https://mrccharlevoixest.ca/wp-content/uploads/2019/04/plan_developpement_zone_agricole_mrc_charlevoix_est.pdf. Document consulté le 10 juin 2021.

MRC des Maskoutains (2007) Politique du patrimoine. Fiers de notre héritage. MRC des Maskoutains, 36 p. Disponible en ligne à https://1572e77b-67b5-4dcf-9b3b-0eda10391fe3.filesusr.com/ugd/e09662_aedb8a9f6a634b1b80807c0f61aa83dd.pdf. Document consulté le 20 juin 2021.

MRC des Maskoutains (2015) Plan de développement de la zone agricole (PDZA). Saint-Hyacinthe, 149 p. Disponible en ligne à https://1572e77b-67b5-4dcf-9b3b-0eda10391fe3.filesusr.com/ugd/e09662_f3b11720c8c0405783c80ef2886d37e6.pdf. Page consultée le 15 juin 2021.

MRC des Maskoutains (2017) Politique de la biodiversité. Adoptée le 13 septembre 2017 à Saint-Hyacinthe, 103 p. Disponible en ligne à https://1572e77b-67b5-4dcf-9b3b-0eda10391fe3.filesusr.com/ugd/e09662_d462ca5e8db2405f858f5ad9e3fe7313.pdf. Document consulté le 20 juin 2021.

MRC des Maskoutains (2020) Portrait de la MRC. Disponible en ligne à https://1572e77b-67b5-4dcf-9b3b-0eda10391fe3.filesusr.com/ugd/e09662_d462ca5e8db2405f858f5ad9e3fe7313.pdf. Document consulté le 20 juin 2021.

MSSS (ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec) (2018) Herbe à poux et autres pollen allergène - Gestion et contrôle des autres espèces de pollens allergènes. Site du MSSS, en ligne <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/pollens/gestion-et-contrôle-des-autres-especes-de-pollens-allergenes/>. Consulté le 15 avril 2021.

- Muchielli A (2009) Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales. 3e édition. Paris, Armand Colin.
- Mundler P, Beaumel LR, Toupin J-C, Ubertino S (2020) La territorialisation des politiques publiques : Enjeux, approches et mise en œuvre. Rapport final remis au Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Université Laval, 120 p.
- Mundler P, Ouellet F (2017) Qui est agriculteur au Québec ? Ambiguïté des institutions et enjeux pour le développement rural. Cahiers de géographie du Québec, 61(172), 9–32. <https://doi.org/10.7202/1042713ar>
- Mundler P, Ruiz J (2015) Analyse des enjeux de la multifonctionnalité de l'agriculture québécoise dans les contextes d'agriculture dynamique et périurbaine. Synthèse du rapport final remis au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Québec et Trois-Rivières, Université Laval et Université du Québec à Trois-Rivières, 22 p. Disponible en ligne à https://agriculture-et-territoires.fsaa.ulaval.ca/fileadmin/Fichiers/Recherche/Axe_Multifonctionnalite_et_gouvernance/Mundler_Ruiz_MFA_RapportSynthese_BasseResolution_2015.pdf
- Municipalité de Saint-Marcel-de-Richelieu (2007) L'avenir des petites municipalités rurales dans les milieux d'agriculture intensive au Québec : le cas de Saint-Marcel-de-Richelieu municipalité régionale de comté des Maskoutains. Mémoire présenté à la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois. Disponible en ligne à http://www.caaaq.gouv.qc.ca/userfiles/File/MEMOIRE/16-51-H-Saint-Marcel_final.pdf. Document consulté le 8 septembre 2019.
- Muratet A, Pellegrini P, Dufour A, Arrif T, Chiron F (2015) Perception and knowledge of plant diversity among urban park users. *Landscape and Urban Planning* 137: 95–106. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.01.003
- Nair PKR (1994) *An Introduction to Agroforestry*. Pays-Bas, Springer, 499 p.
- Nasielski J, Furze JT, Bargaz A, Thevathasan NV, Isaac ME (2015) Agroforestry promotes soybean yield stability and N₂-fixation under water stress. *Agronomy for Sustainable Development* 35:0. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0330-1>
- Nassauer JI (1988) The aesthetics of horticulture: Neatness as a form of care. *Horticultural Science* 23(6): 973–977. <http://hdl.handle.net/2027.42/49345>
- Naveh Z (2000) What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction *Landscape and Urban Planning* 50:7-26 DOI:10.1016/S0169-2046(00)00077-3
- Naveh Z (2001) Ten Major Premises for a Holistic Conception of Multifunctional Landscapes *Landscape and Urban Planning* 57: 269–284. DOI: 10.1007/1-4020-4422-4_12
- Naveh Z (2004) Multifunctional, self-organizing biosphere landscapes and the future of our total human ecosystem. *World Futures* 60: 469–503.
- Nederhof AJ (1985) Methods of coping with social desirability bias: A review. *European Journal of Social Psychology* 15(3):263–280. DOI: 10.1002/ejsp.2420150303

- Niinemets Ü, Valladares F (2006) Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs* 76: 521-547. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0521:TTSDAW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0521:TTSDAW]2.0.CO;2)
- Norton RL (2016) Is it time for a socio-ecological revolution in agriculture? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235 :13-16. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.007>
- OBV Charlevoix-Montmorency (2015) Plan directeur de l'eau. Organisme de bassin versant de Charlevoix-Montmorency, 915 p. Disponible en ligne à <https://charlevoixmontmorency.ca/plan-directeur-de-leau/>. Document consulté le 15 janvier 2018.
- OBV Yamaska (2014) Plan directeur de l'eau, 2e version. Organisme de bassin versant de la Yamaska, 409 pages. Disponible en ligne à <https://drive.google.com/file/d/0B6IlpmejajCWFFBYUo3MnBZVTQ/view?resourcekey=0-1n7BZZqgOb58XAJLyLDeW>. Document consulté le 20 juin 2021.
- OCDE (organisation de coopération et de développement économique) (2001) Élaboration d'un cadre analytique sur la multifonctionnalité de l'agriculture. Paris, 28 p. Disponible en ligne à https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/multifunctionality/summary/french_9789264192171-sum-fr#page3.
- Ode A, Fry G, Tveit MS, Messenger P, Miller D (2009) Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of Environmental Management* 90 375-383. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.10.013
- Odum EP (1989) *Ecology and our Endangered Life-Support Systems*. Massachusset, Sinuaer.
- Oles T (2016) Wine trails as organizational pathway toward landscape coherence: the case of the Finger Lakes region, New York, USA. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 116(1):24-32. DOI: 10.1080/00167223.2015.1111767
- Oliver TH, Heard MS, Isaac NJB, Roy DB, Procter D, Eigenbrod F, Freckleton R, Hector A, Orme CD, Petchey OL, Proença V, Raffaelli D, Suttle KB, Mace GM, Matin-Lopez B, Woodcock BA, Bullock JM (2015) Biodiversity and Resilience in Ecosystem Function. *Trends in Ecology and Evolution* 30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.009>
- Olivier A (2021) *La révolution agroécologique : Nourrir les humains sans détruire la planète*. Montréal, Écosociété, 145 p.
- Olivier A, Paquette A, Cogliastro A, Rousseau A, Messier C, Rivest D (2013) Contribution de systèmes agroforestiers multifonctionnels à la capacité d'adaptation aux changements climatiques des agro-écosystèmes. Rapport Final Juin 2013, Ouranos. Disponible en ligne à https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportOlivier2013_FR.pdf. Document consulté le 16 mai 2020.
- Olivier de Sardan JP (2008) *La rigueur du qualitatif. Les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique*. Louvain-la-Neuve, Academia-Bruylant.

- Ollivier G, Magda D, Mazé A, Plumecocq G, Lamine C (2018) Agroecological transitions: What can sustainability transition frameworks teach us? An ontological and empirical analysis. *Ecology and Society* 23(2):5. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-09952-230205>
- Opdam P (2007) Deconstructing and reassembling the landscape system. *Landscape Ecology* 22:1445-1446. DOI: 10.1007/s10980-007-9169-4
- Opdam P, Verboom J, Pouwels R (2003) Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. *Landscape Ecology* 18:113-126. DOI: 10.1023/A:1024429715253
- Oreszczyn S, Lane A (2000) The meaning of hedgerows in the English landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management. *Journal of Environmental Management* 60:101-118. DOI: 10.1006/jema.2000.0365
- Ostrom E (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, Cambridge. DOI : <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>
- Ostrom E (1992) Community and the Endogenous Solution of Common Problems. *Journal of Theoretical Politics* 4(3): 343-351. DOI: 10.1177/0951692892004003006
- Ostrom E (2007) A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(39):15181-15187. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104>
- Ouellet B (2013) *L'habitat des pollinisateurs en milieu agricole: éléments à considérer pour en assurer la conservation et la restauration au Québec*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, 127 p.
- Ouellet F, Mundler P, Dupras J, Ruiz J (2020) "Community developed and farmer delivered." An analysis of the spatial and relational proximities of the Alternative Land Use Services program in Ontario. *Land Use Policy* 95 : 104629.
- Ouranos (2015) *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. Édition 2015. Montréal, Ouranos, 115 p. Disponible en ligne à <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/SynthesePartie1.pdf>. Document consulté le 16 juin 2021.
- Ouranos (2018) *Portraits climatiques*. Disponible en ligne à <https://www.ouranos.ca/ouranos/> Page consultée le 21 juillet 2021.
- Ouranos (2021) *Capitale-Nationale. Carte des indices climatiques*. Disponible en ligne à <https://www.ouranos.ca/portraits-climatiques/#/regions/4>. Page consultée le 16 juin 2021.
- Palang H, Fry G, Jauhiainen J, Jones M, Sooväli-Sepping H (2005) Editorial: Landscape and Seasonality—Seasonal Landscapes. *Landscape Research* 30:165-172. DOI: 10.1080/01426390500044259

- Paquette A, Messier C (2011) The effect of biodiversity on tree productivity: from temperate to boreal forests. *Global Ecology & Biogeography* 20: 170-80. DOI: doi/10.1111/j.1466-8238.2010.00592.x
- Paquette A, Joly S, Messier C (2015) Explaining forest productivity using tree functional traits and phylogenetic information: two sides of the same coin over evolutionary scale? *Ecology and Evolution* 5: 1774–83. DOI: 10.1002/ece3.1456
- Paquette S, Domon G (2003) Trends in rural landscape development and sociodemographic recomposition in southern Quebec (Canada). *Landscape and Urban Planning* 55:215-238. DOI: doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00154-2
- Paquette S, Poullaouec-Gonidec P, Domon G (2009) Québec Landscape management guide: reading, understanding, and enhancing the landscape. Government of Québec, Québec, 98 p. Disponible à <https://www.mcc.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/guide-gestion-paysage-ANG.pdf>. Document consulté le 13 avril 2020.
- Paquot T (2016). I. Détour dictionnariste. Dans : Paquot T (dir), *Le paysage*, pp. 13-22. Paris: La Découverte.
- Partelow S (2018) A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society* 23(4): 36. DOI: 10.5751/ES-10594-230436
- Patoine M, D'Auteuil-Potvin F (2020) Contamination bactériologique des petits cours d'eau en milieu agricole : développement de modèles prédictifs, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2-550-87111-8 (PDF), 29 p. et 10 annexes. Disponible en ligne à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/contamination-bacteriologique-petits-cours-eau.pdf>. Document consulté le 8 février 2021.
- Patri-Arch (2011) Inventaire des bâtiments agricoles de la MRC de Charlevoix-Est. Rapport synthèse – Introduction et crédits. Disponible en ligne à <https://www.notrepanorama.com/uploads/Charlevoix%20Est.pdf>. Document consulté le 10 juin 2021.
- Patton MQ (2015) *Qualitative evaluation methods*. 4th edition. SAGE Publications, Thousand Oaks, 806 p.
- Pavlidis G, Tsihrintzis VA (2017) Environmental Benefits and Control of Pollution to Surface Water and Groundwater by Agroforestry Systems: a Review. *Journal of Water Resources Management* 32:1-29. DOI 10.1007/s11269-017-1805-4
- Peichl M, Thevathasan NV, Gordon AM, Huss J, Abohassan RA (2006) Carbon sequestration potentials in temperate tree-based intercropping systems, southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 66:243–257. DOI 10.1007/s10457-005-0361-8

- Perie C, de Blois S (2016) Dominant forest tree species are potentially vulnerable to climate change over large portions of their range even in high latitudes. *PeerJ*. DOI: 10.7717/peerj.22189/27
- Perron N, Gauthier S (2000) *Histoire de Charlevoix*. Québec, Presses de l'Université Laval, 395 p.
- Perron N, Gauthier S (2003) Charlevoix, une histoire de regards. *Histoire Québec* 9 :3-6. DOI : <https://id.erudit.org/iderudit/1034ac>
- Pickering A (1989) Living in the Material World: On Realism and Experimental Practice. *Dans* Gooding D, Pinch T, Schaffer S. *The uses of experiment*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 275-297.
- Pinna S, Gauthier L, Hamelin C, Bittencourt E (2014) Évaluation de la performance d'essences feuillues dans différents systèmes sylvicoles en plantation en Gaspésie. Gaspé, Québec: Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles, 41 p.
- Pisanelli A, Marandola D, Marongiu S, Paris P, Rosati A, Romano R (2014) The role of Rural Development Policy in supporting agroforestry systems in EU. In: Palma JHN, Chalmin A (eds) *2nd European Agroforestry Conference: integrating science & policy to promote agroforestry practice*. Cottbus, Germany, pp 22-25
- Plieninger T, Dijks S, Oteros-Rozas E, Bieling C (2013) Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy* 33: 118–129. DOI :10.1016/j.landusepol.2012.12.013
- Plieninger T, Muñoz-Rojas J, Buck LE, Scherr SJ (2020) Agroforestry for sustainable landscape management. *Sustainability Sciences* 15: 1255–1266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00836-4>
- Poggi S, Papaix J, Lavigne C, Angevin F, Le Ber F, Parisey N, Ricci B, Vinatier F, Wohlfahrt J (2018) Issues and challenges in landscape models for agriculture: from the representation of agroecosystems to the design of management strategies. *Landscape Ecology* 33:1679-1690. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0699-8>
- Possas ML, Salles-Filho S, da Silveira JM (1996) An evolutionary approach to technological innovation in agriculture : Some preliminary remarks. *Research Policy* 25: 933-945.
- Poullaouec-Gonidec P, Paquette S, Domon G. (2005) Introduction. *Dans* Gérald Domon, Sylvain Paquette, Philippe Poullaouec-Gonidec (éd.). *Les temps du paysage*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal, pp. 7-21. Disponible en ligne à <https://books.openedition.org/pum/13902>.
- Prasad A, Pedlar JH, Peters M, McKenney DW, Iverson L, Matthews S, Adams B (2020) Combining US and Canadian forest inventories to assess habitat suitability and migration potential of 25 tree species under climate change. *Diversity and Distributions* 26:1142-1159. DOI: 10.1111/ddi.13078

- Preiser R, Biggs R, De Vos A, Folke C (2018) Social-ecological systems as complex adaptive systems: organizing principles for advancing research methods and approaches. *Ecology and Society* 23:46. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-10558-230446>
- Prévil C, Thériault M, Rouffignat J (2004) Analyse multicritère et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel? *Cahiers de géographie du Québec* 47: 35–61. DOI: <https://doi.org/10.7202/007968ar>
- Price GW, Gordon AM (1999) Spatial and temporal distribution of earthworms in a temperate intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 44 : 141-149. DOI : 0.1023/A:1006213603150.
- Rambonilaza M, Dachary-Bernard J (2007) Land-use planning and public preferences: What can we learn from choice experiment method? *Landscape and Urban Planning* 83 : 318–326. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.05.013
- Rapaic M (2012) Atlas de la Biodiversité du Québec nordique. Analyses et scénarios climatiques. Montréal, Québec : Ouranos. Disponible à http://www.ouranos.ca/media/publication/271_RapportRapaic2013red.pdf. Document consulté le 13 mai 2019.
- Rastoin J-L (2015) Les systèmes alimentaires territorialisés : considérations théoriques et justifications empiriques, Editorial, *Economies et Sociétés*, Tome XLIX, (11/2015), Série « Systèmes agroalimentaires », AG, N° 37, Isméa Les Presses, Paris.
- Rayfield B, Larocque G, Daniel C, Gonzalez A (2019) Une priorisation pour la conservation des milieux naturels pour les Basses-Terres du Saint-Laurent en fonction de leur importance pour la connectivité écologique. Rapport final, McGill, 36 p.
- Reed J, Deakin L, Sunderland T (2014) What are ‘Integrated Landscape Approaches’ and how effectively have they been implemented in the tropics: a systematic map protocol. *Environmental Evidence* 4:2. DOI: 10.1186/2047-2382-4-2
- Renard D, Bennett EM, Rhemtulla JM (2016) Agro-biodiversity has increased over a 95 year period at sub-regional and regional scales in southern Quebec, Canada. *Environmental Research Letters* 11: 124024. DOI: 10.1088/1748-9326/11/12/124024
- Resilience Alliance (2021) Membership. Site internet de Resilience Alliance. Disponible en ligne à <https://www.resalliance.org/membership>. Page consultée le 26 mai 2021.
- Ressources naturelles Canada (2020) Variables climatiques employées pour définir les zones de rusticité des plantes au Canada. Disponible en ligne à <http://planthardiness.gc.ca/index.pl?m=15&lang=fr>. Page consultée le 15 avril 2021.
- Ressources naturelles Canada (2021) Rusticité des plantes. Disponible en ligne à <http://planthardiness.gc.ca/index.pl?m=1&lang=fr>. Page consultée le 12 février 2021.
- Reynolds PE, Simpson JA, Thevathasan NV, Gordon AM (2007) Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. *Ecological Engineering* 29:362-371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.09.024>

- Rigueiro-Roig A, Fernandez-Nunez E, Gonzalez-Hernandez P, McAdam JH, Maria-Rosa ML (2009) Agroforestry systems in Europe: Productive, ecological and social perspectives. Dans Rigueiro-Roig A, McAdam JH, Maria-Rosa ML (dir). *Agroforestry in Europe: Current status and future prospects*, 6th ed. Dordrecht, The Netherlands, pp. 43-65.
- Rivest D, Gagné G, Cogliastro A, Lorenzetti F, Dupras J (2020) Impact des systèmes agroforestiers sur la stabilité du rendement du maïs et du soya face à une réduction des précipitations. Université du Québec en Outaouais, 37 p. Disponible en ligne à <https://www.agrireseau.net/grandescultures/documents/103985/impact-des-systemes-agroforestiers-sur-la-stabilite-du-rendement-du-mais-et-du-soya-face-a-une-reduction-des-precipitations>. Document consulté le 18 mai 2021
- Rivest D, Cogliastro A (2019) Establishment success of seven hardwoods in a tree-based intercropping system in southern Quebec, Canada. *Agroforestry Systems* 93(3):1073-1080. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0211-0>
- Rivest D, Carrier M, Gonzalez F-A, Olivier A, Cogliastro C (2018) Développement de SAI de deuxième génération au Québec. Groupe interdisciplinaire de recherche en agroforesterie (GIRAF), Québec, 12 p. Disponible en ligne à <https://www.agrireseau.net/agroclimatologie/documents/96790/developpement-de-systemes-agroforestiers-intercalaires-de-deuxieme-generation-au-quebec>. Document consulté le 14 mars 2020.
- Rivest D, Lorente M, Olivier A, Messier C (2013) Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions *Science of the Total Environment* 463/464:51-60 DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.05.071
- Rivest D, Cogliastro A, Bradley RL, Olivier A (2010) Intercropping hybrid poplar with soybean increases soil microbial biomass, mineral N supply and tree growth. *Agroforestry Systems* 80:33-40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9342-7>
- Rivest D, Olivier A, Gordon AM (2010) Hardwood intercropping systems: Combining wood and agricultural production while delivering environmental services. Agriculture and Agri-Food Canada, Cat. No. A42-108/2010E-PDF. Disponible en ligne à http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/agr/A42-108-2010-eng.pdf, Document consulté le 14 octobre 2019.
- Rivest D, Cogliastro A, Olivier A (2009) Tree-based intercropping systems increase growth and nutrient status of hybrid poplar: A case study from two Northeastern American experiments. *Journal of Environmental Management* 91:432-440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.013>
- Rivest D, Cogliastro A, Vanasse A, Olivier A (2009) Production of soybean associated with different hybrid poplar clones in a tree-based intercropping system in southwestern Quebec, Canada *Agr Ecosyst Environ* 131:51-60 DOI: 10.1016/j.agee.2008.08.011

- Rivest M, Whalen JK, Rivest D (2020) Variation of soil microbial and earthworm communities along an agricultural transect with tree windbreak. *Agroforestry Systems* 94:1639–1649. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00476-3>
- Rizzo D, Marracini E, Lardon S, Rapey H, Debolini M, Benoit M, Thenail C (2013) Farming systems designing landscapes: land management units at the interface between agronomy and geography. *Dutch Journal of Geography* 113: 71-86. DOI : 10.1080/00167223.2013.849391
- Rogers EM (2010) *Diffusion of innovations*. 4th edition. New York, The Free Press.
- Rogge E, Nevens F, Gutlinck H (2007) Perception of rural landscapes in Flanders: looking beyond aesthetics. *Landscape and Urban Planning* 82:159–174. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.006
- Rois-Díaz M, Lovric N, Ferreiro-Domínguez N, Mosquera-Losada MR, den Herder M, Graves A, Palma JHN, Paulo JA, Pisanelli A, Smith J, Moreno G, Garcia S, Varga A, Pantera A, Mirck J, Burgess P (2017) Farmers' reasoning behind the uptake of agroforestry practices: evidence from multiple case-studies across Europe *Agroforestry Systems* 92:811-828. DOI: 10.1007/s10457-017-0139-9
- Royer C, Baribeau C, Duchesne A (2009) Les entretiens individuels dans la recherche en sciences sociales au Québec : où en sommes-nous? Un panorama des usages. *Recherches qualitatives, hors série 7* : 64-79. Disponible en ligne à http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/hors_serie/hors_serie_v7/HS7_Texte_Royer_Baribeau.pdf
- Rue M (2018) L'agroforesterie intraparcélaire au coeur d'une élaboration paysagère menée par l'agriculteur. *Projets de paysage* 19:435. DOI : 10.4000/paysage.435
- Ruel M (s.d.) La servitude de conservation forestière en terre privée ou pourquoi copier nos voisins américains ? Corridor appalachien. Présentation power point, disponible en ligne à https://www.oifq.com/images/pdf/presentation_lgratton_servitude-forestiere.pdf. Document consulté le 13 mai 2020.
- Ruiz J (2019) Modernisation de l'agriculture et occupation des terres agricoles au Québec (1951-2011). *Cahiers de géographie du Québec*, 63 (179-180) : 1-18
- Ruiz J, Parcerisas Benede L (2017) 60 ans d'évolution, l'occupation agricole du territoire québécois sous la loupe (1951-2011). In : *La ruralité au Québec depuis les États généraux du monde rural (1991) : entre l'action et la recherche, bilan et perspectives*, Chaire Desjardins en développement des petites collectivités (UQAT), pp.130-156.
- Ruiz J, Domon G (2005). Les paysages de l'agriculture en mutation. In : *Poullaouec-Gonidec, P., Domon, G. et S. Paquette (Éds.). Paysages en perspective*. Presses de l'université de Montréal, série « Paysages », Montréal, pp. 47-97.
- Ruiz J, Domon G (2009) Analysis of landscape pattern change trajectories within areas of intensive agricultural use: case study in a watershed of southern Québec, Canada. *Landscape Ecology* 24: 419-432. DOI: 10.1007/s10980-009-9321-4

- Ruiz J, Domon G (2012) Relationships between rural inhabitants and their landscapes in areas of intensive agricultural use: A case study in Quebec (Canada). *Journal of Rural Studies* 28(4):590-602. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2012.09.005
- Ruiz J, Domon G, Jambon C, Paquin C, Rousselle-Brosseau L.-P. (2012) Connaître et comprendre les paysages d'aujourd'hui pour penser ceux de demain. Le diagnostic paysager de la MRC des Maskoutains. Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal et Université du Québec à Trois-Rivières, 87 p. Disponible en ligne à https://1572e77b-67b5-4dcf-9b3b-0eda10391fe3.filesusr.com/ugd/e09662_f2260094fdf143ecb75085091bd6065c.pdf. Document consulté le 14 février 2016.
- Ruiz J, Domon G, Lestage F, Seguin M (2008) *Paysages_Maskoutains*. Révéler, mettre en valeur, requalifier. Développer une démarche et des outils pour des projets de paysage en zone d'intensification agricole. Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal et MRC des Maskoutains, Montréal, 19 p.
- Ruralys (2010) Caractérisation et évaluation des paysages de la Côte-de-Beaupré, de Charlevoix et de Charlevoix-Est : un outil vers la conservation et la mise en valeur des paysages. Volume 1. Kamouraska, 208 p. Disponible en ligne à https://www.notrepanorama.com/uploads/Rapport_final_caracterisation_sans_annexe.pdf
- Saaty TL (2010) *Principia Mathematica Decernendi*. Pittsburgh, RWS Publications.
- Saaty TL, Vargas LG (2001) *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Boston, Kluwer Academic Publisher.
- Saint-Hyacinthe Technopole (2021) Disponible en ligne à <https://st-hyacinthetechnopole.com/cite-de-la-biotechnologie/>. Page consultée le 11 juin 2021.
- Saint-Laurent D, Berthelot J-S, Gervais-Beaulac V (2018) Habitat fragmentation and structure and composition of tree populations in an agroforestry landscape (southern Québec, Canada). *Agroforestry Systems* 92: 1517–1534. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0099-0>
- Samset K, Christensen T (2017) Ex Ante Project Evaluation and the Complexity of Early Decision-Making. *Public Organization Review* 17:1-17. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11115-015-0326-y>
- Samson-Robert O, Labrie G, Chagnon M, Fournier V (2017) Planting of neonicotinoid-coated corn raises honey bee mortality and sets back colony development. *Peer Journal* 5:e3670. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.3670>
- Sassenrath GF, Halloran JM, Archer D, Raper RL, Hendrickson J, Vadas P, Hanson J (2010) Drivers Impacting the Adoption of Sustainable Agricultural Management Practices and Production Systems of the Northeast and Southeast United States *Journal of Sustainable Agriculture* 34:680-702. DOI:10.1080/10440046.2010.493412
- Saucier JP, Grondin P, Robitaille A, Gosselin J, Morneau C, Richard PJH, Brisson J, Sirois L, Leduc A, Morin H, Thiffault E, Gauthier S, Lavoie C, Payette S (2009) *Écologie*

- forestière. In *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (Eds) Manuel de Foresterie*, 2e ed. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, pp. 165-316.
- Sauer CO (1965) Cultural Factors in Plant Domestication in the New World. *Euphytica: International Journal of Plant Breeding* 14:301-306. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00149516>
- Savoie-Zajc L (1997) L'entrevue semi-dirigée. Dans Gauthier B (éd.). *Recherche sociale: de la problématique à la collecte des données*. 3e édition, pp. 263-285. Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec.
- Sayer J, Sunderland T, Ghazoul J, Pfund JL, Sheil D, Meijaard E, Venter M, Boedhihartono AK, Day M, Garcia C, Oostenj CV, Buck LE (2013) Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *PNAS* 110(21): 8349-56. DOI: 10.1073/pnas.1210595110
- Scherr SJ, McNeely JA (2002) *Reconciling agriculture and biodiversity: policy and research challenges of 'ecoagriculture'*. London, UK: IIED, Equator Initiative, Ecoagriculture Partners.
- Schreiber KF (1990) The History of Landscape Ecology in Europe. Dans Zonneveld IS, Forman RTT (dir) *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3304-6_2
- Schroeder HW (2007) Place experience, gestalt, and the human–nature relationship. *Journal of Environmental Psychology* 27:293-309. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.07.001>.
- Schröter M, van der zanden EH, van Oudenhoven APE, Remme RP, Serna-Chavez HM, de Groot RS, Opdam P (2014) Ecosystem Services as a Contested Concept: A Synthesis of Critiques and Counter-Arguments. *Conservation Letters*. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12091>
- Schroth G (1995) Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30:125-143. DOI: 10.1007/BF00708917
- Schultz L, Folke C, Olsson P (2007) Enhancing ecosystem management through social-ecological inventories: lessons from Kristianstads Vattenrike, Sweden. *Environmental Conservation* 34:140–152. DOI:10.1017/S0376892907003876
- Secrétariat à la Capitale-Nationale (2019) *La vitalité économique de la MRC de Charlevoix-Est*. Gouvernement du Québec, 49 p. Disponible en ligne à http://www.scn.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/Actualites/etude_mrc_charlevoix_est.pdf. Document consulté le 17 juin 2021.
- Sereke F, Dobricki M, Wilkes J, Kaeser A, Graves AR, Szerencsits E, Herzog F (2016). Swiss farmers don't adopt agroforestry because they fear for their reputation *Agroforestry Systems* 90:385-394 DOI: 10.1007/s10457-015-9861-3
- Sève B (2016) « Artialisation » : ce qu'Alain Roger doit à un hapax de Montaigne. *Essais – Revue interdisciplinaire d'Humanités. Hors-série 3* :112-125. DOI : <https://journals.openedition.org/essais/6938>

- Sevenant M, Antrop M (2010) The use of latent classes to identify individual differences in the importance of landscape dimensions for aesthetic preference. *Land Use Policy* 27:827–842. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.11.002
- Shannon C, Weaver W (1963) *The Mathematical Theory of Communication*. Chicago, University of Illinois Press.
- Sheppard SRJ (2005) Participatory decision support for sustainable forest management: a framework for planning with local communities at the landscape level in Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1515–1526. DOI: <https://doi.org/10.1139/x05-084>
- Shi L, Feng W, Xu J, Kuzyakov Y (2018) Agroforestry systems: meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. *Land Degradation & Development* 29(11) : 3886–3897. DOI : <https://doi.org/10.1002/ldr.3136>
- Shrestha RK, Alavalapati JRR, Kalmbacher RS (2004) Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method. *Agricultural Systems* 81:185-199 DOI:10.1016/j.agsy.2003.09.004
- Silvermann D (dir) (2019) *Qualitative Research*, 3rd Edition. Sage Publications, London, 491 p.
- Simard H, Bouchard A (1996). The precolonial 19th century forest of the Upper St. Lawrence Region of Quebec : A record of its exploitation and transformation through notary deeds of wood sales. *Canadian Journal of Forest Research* 26 : 1670-1676. DOI : <https://doi.org/10.1139/x26-188>
- Skogstad G (2014) Politique de l’agriculture et de l’alimentation. *Encyclopédie canadienne*. Disponible en ligne à <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/agriculture-et-de-l'alimentation-politique-de-l>. Page consultée le 10 juin 2021.
- Smith J, Pearce BD, Wolfe MS (2011) Reconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? *Renewable Agriculture and Food Systems* 28:80-92. DOI:10.1017/S174217051100058
- Smith PL, Goodmon LB, Hester S (2018) The Burtynsky Effect: Aesthetic Reactions to Landscape Photographs That Vary in Natural Features. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* 12: 34–49. DOI: 10.1037/aca0000151
- Soil Classification Working Group (1998) *The Canadian System of Soil Classification*, 3rd ed. Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1646, 187 pp.
- Spector M, Kitsuse JI (2001) *Constructing social problems*. New Brunswick, NJ: Transaction.
- Stamps AE (1993) Simulation effects on environmental preference. *Journal of Environmental Management* 38: 115-132. DOI: 10.1006/jema.1993.1033
- Stamps WT, Woods TW, Linit MJ, Garrett HE (2002) Arthropod diversity in alley cropped black walnut (*Juglans nigra* L.) stands in eastern Missouri, USA. *Agroforestry Systems* 56: 167–175. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021319628004>

- Statistiques Canada (1961) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (1971) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (1981) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (1991) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (2001) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (2011) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (2016a) Recensement de l'agriculture. Fichier de données du Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Statistiques Canada (2016b) Québec - Type de fermes dominant par nombre de fermes, division de recensement (DR), 2016. Cartes thématiques du recensement de l'agriculture. Disponible en ligne à <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-634-x/2017001/article/54907/catm-ctra-006-fra.htm>
- Statistiques Canada (2016c) Fermes classées selon la superficie agricole totale. Tableau : 32-10-0404-01. DOI : <https://doi.org/10.25318/3210040401-fra>
- Statistiques Canada (2017a) Les Maskoutains, MRC [Census division], Quebec and Quebec [Province] (table). Census Profile. 2016 Census. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-X2016001. Ottawa. Publié le 29 novembre 2017 à <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E>. Document consulté le 9 octobre 2019.
- Statistiques Canada (2017b). Charlevoix-Est, MRC [Census division], Quebec and Quebec [Province] (table). Census Profile. 2016 Census. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-X2016001. Ottawa. Publié le 29 novembre 2017 à <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E>. Document consulté le 9 octobre 2019.
- Steel RGD, Torrie JH, Dicky DA (1997) Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. 3rd Edition, McGraw Hill, Inc. Book Co., New York, 352-358
- Stephenson NL, Das AJ, Condit R, Russo SE, Baker PJ, Beckman NG, Coomes DA, Lines ER, Morris WK, Ruger N, Alvarez E, Blundo C, Bunyavejchewin S, Chuyong G, Davies SJ, Duque A, Ewango CN, Flores O, Franklin JF, Grau HR, Hao Z, Harmon ME, Hubbell SP, Kenfack D, Lin Y, Makana JR, Malizia A, Malizia LR, Pabst RJ, Pongpattananurak N, Su SH, Sun IF, Tan S, Thomas D, van Mantgem PJ, Wang X, Wisser SK, Zavala MA. (2014) Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature Research Letter*. 507: 90–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nature12914>

- Sunderland T, Rabdo A, Ronju A, Stella A, Baudron F, Deakin E, Duriaux JY, Eddy I, Foli S, Gumbo D, Khatun K, Kondwani M, Kshatriya M, Leonald L, Rowland D, Stacey N, Tomscha S, Yang K, Gergel S, Vianen JV (2017) A methodological approach for assessing cross-site landscape change: Understanding socio-ecological systems. *Forest Policy and Economics* 84:83-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.04.013>.
- Surová D, Pinto-Correia T (2008) Landscape preferences in the cork oak Montado region of Alentejo, southern Portugal: searching for valuable landscape characteristics for different user groups. *Landscape Research* 33(3): 311–330. DOI: 10.1080/01426390802045962
- Surová D, Surová P, de Almeida Ribeiro N, Pinto-Correia T (2011) Integrating differentiated landscape preferences in a decision support model for the multifunctional management of the Montado. *Agroforestry Systems* 82: 225–237. DOI: 10.1007/s10457-011-9373-8
- Szucs L, Anders U, Bürger-Arndt R (2015) Assessment and illustration of cultural ecosystem services at the local scale—A retrospective trend analysis. *Ecological Indicators* 50: 120–134. DOI :10.1016/j.ecolind.2014.09.015
- Table de concertation sur les paysages Côte-de-Beaupré-Charlevoix-Charlevoix-Est (2019) Bilan des actions 2016-2019. Disponible en ligne à https://www.notrepanorama.com/uploads/bilan_TC_2016-2019.pdf. Document consulte le 13 avril 2020.
- Tartera C (2014) Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers. Beloeil, Groupe ProConseil.
- Tartera C, Rivest D, Olivier A, Liagre F, Cogliastro A (2012) Agroforesterie en développement: parcours compares du Québec et de la France *The Forestry Chronicle* 88:21-29 DOI:10.5558/tfc2012-007
- Teixeira FZ, Bachi L, Blanco J, Zimmermann I, Welle I, Carvalho-Ribeiro S (2019) Perceived ecosystem services (ES) and ecosystem disservices (EDS) from trees: insights from three case studies in Brazil and France. *Landscape Ecology* 34:1583–1600. DOI: 10.1007/s10980-019-00778-y
- Tempesta T (2010) The perception of agrarian historical landscapes: A study of the Veneto plain in Italy. *Landscape and Urban Planning* 97: 258-272. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.06.010
- Tempesta T, Vecchiato D (2015) Testing the difference between experts' and lay people's landscape preferences. *AESTIMUM* 66: 1-41. DOI: 10.13128/Aestimium-16481
- Termoshuizen JW, Opdam P (2009) Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24:1037-1052. DOI: 10.1007/s10980-008-9314-8
- Tessier A, St-Onge F, Gariépy S (2009). Le paysage rural au Québec : enjeux agricoles et solutions agroforestières. Document de réflexion. Agriculture et agroalimentaire Canada, 137 p.

- The Landscape Institute (2002) Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment. 2nd edition. London: Taylor and Francis, 166 p.
- Thevathasan NV, Gordon AM (2004) Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 61 :257-268. DOI: 10.1023/B:AGFO.0000029003.00933.6d
- Thevathasan NV, Gordon AM, Bradley R, Cogliastro A, Folkard P, Grant P, Kort J, Lavona L, Njenga F, Olivier A, Pharo C, Powell G, Rivest D, Schiks T, Trotter D, Van Rees K, Whalen J, Zabek L (2012) Agroforestry Research and Development in Canada : the Way Forward. Dans Nair P., Garrity D. (eds) *Agroforestry - The Future of Global Land Use*. *Advances in Agroforestry*, vol 9. Springer, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/978-94-007-4676-3_15
- Thinon P, Deffontaines JP (2001) Des entités spatiales significatives pour l'activité agricole et pour les enjeux environnementaux et paysagers. *Contribution à une agronomie du territoire*. *Le Courrier de l'environnement* 44 :13-28.
- Thrupp L (1989) Legitimizing local knowledge: From displacement to empowerment for third world people. *Agriculture and Human Values* 6: 13-24. DOI: 10.1007/BF02217665.
- Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677. DOI : <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- Toor IA (2011) Economic analysis of tree-based intercropping in southern Ontario, Canada. M.Sc Thesis, University of Toronto, 130 p.
- Torquebiau E (2007) *L'agroforesterie : des arbres et des champs*. Paris, l'Harmattan, 154 p.
- Torralba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, Plieninger T (2016) Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis *Agriculture, Ecosystems & Environment* 230:150-161 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>
- Tourisme Charlevoix (2018) Rapport annuel 2018. Disponible en ligne à <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3593364>. Page consultée le 13 mai 2019.
- Tremblay E (2015) *L'ouverture du Saguenay à la colonisation (1821-1842)*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 156 p. Disponible en ligne à https://constellation.uqac.ca/3366/1/Tremblay_uqac_0862N_10145.pdf
- Tremblay F, Gariépy M (2018) Acteurs et processus du projet de paysage. In Gérald Domon, Sylvain Paquette, Philippe Poullaouec-Gonidec (éd.). *Les temps du paysage*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal, pp. 219-246. Disponible en ligne à <https://books.openedition.org/pum/13902>.
- Tress B, Tress G, Décamps H, d'Hautserre AM (2001) Bridging human and natural sciences in landscape research. *Landscape and Urban Planning* 57:137-141. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00199-2

- Trillaud-Doppia C (2012) Un observatoire des paysages agrosylvicoles en Gaspésie : outils pour évaluer la pratique agrosylvicole dans un territoire. Mémoire de Travail personnel de fin d'étude. École nationale supérieure d'architecture et du paysage de Bordeaux.
- Tsonkova P, Mirck J, Bohm C, Futz B (2018) Addressing farmer-perceptions and legal constraints to promote agroforestry in Germany. *Agroforestry Systems* 92:1091-1103. DOI: 10.1007/s10457-018-0228-4
- Tveit M, Ode A, Fry G (2006) Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research* 31:229–255. DOI: 10.1080/01426390600783269
- Tversky A, Kahneman D (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science* 185: 1124 –1131. Disponible en ligne à www.jstor.org/stable/1738360. Document consulté le 20 avril 2020.
- Udawatta RP, Kremer RJ, Adamson BW, Anderson SH (2008) Variations in soil aggregate stability and enzyme activities in a temperate agroforestry practice. *Applied Soil Ecology* 39:153-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.12.002>
- Udawatta RP, Garrett HE, Kallenbach RL (2010) Agroforestry and grass buffer effects on water quality in grazed pastures. *Agroforestry Systems* 79:81-87. DOI: 10.1007/s10457-010-9288-9
- Union paysanne (2021) Déclaration de principes. Site internet de l'Union paysanne. Disponible en ligne à <https://www.unionpaysanne.com/declaration-de-principe/>. Page consultée le 17 juillet 2021.
- UPA Capitale-Nationale (2019) L'agriculture en chiffres. Site internet de l'UPA de la Capitale-Nationale (en ligne) <https://www.upacapitalenationale.ca/download/agriculture-en-chiffres/agriculture-en-chiffres-Maskoutains.pdf>. Page consultée le 7 juillet 2021.
- UPA – Maskoutains Nord-Est et Vallée maskoutaine (2021) L'agriculture en chiffres. Site internet de l'UPA de la Montérégie (en ligne) <https://www.upamonteregie.ca/download/agriculture-en-chiffres/agriculture-en-chiffres-Maskoutains.pdf>. Page consultée le 7 juillet 2021.
- UPA-Montérégie (2021) Notre campagne, un milieu de vie à partager. Site internet de la Fédération de l'UPA de la Montérégie. Disponible en ligne à <https://www.upamonteregie.ca/notre-campagne-un-milieu-de-vie-a-partager-2/>. Page consultée le 9 juin 2021.
- UQCN (Union québécoise pour la conservation de la nature) (2015) La gestion du territoire et des activités agricoles dans le cadre de l'approche par bassin versant. Rapport présenté en mars 2005 au ministère de l'Environnement du Québec. Bassin versant de la Rivière Yamaska. Fiche descriptive. 45 p. Disponible en ligne à <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/61273?docref=TGDpXxfcI5uLZicuQp6CVw>. Document consulté le 20 juin 2021.
- USDA (United States Department of Agriculture) (2011) Agroforestry Strategic Framework, Fiscal Year 2011-2016. Disponible en ligne à

- https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/AFStratFrame_FINAL-lr_6-3-11.pdf. Document consulté le 15 février 2018.
- USDA Plant DataBase (2021) Plant DataBase. Natural Resources Conservation Services, United States Department of Agriculture. Accessible en ligne à <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>. Page consultée le 15 avril 2021.
- Vachon B (1984) L'avenir de la campagne québécoise dans le contexte du nouveau droit de l'aménagement. *Cahiers de géographie du Québec* 28: 223-234. DOI: <https://doi.org/10.7202/021656ar>
- Vachon B (2003) Ruralités en péril : redéfinir les consensus et argumentaires en faveur de l'occupation dynamique des territoires fragiles. *Organisations et territoires, printemps-été* : 31-39.
- Vachon B, Jean B (1991) Le développement rural et le modèle agricole conventionnel. Dans Vachon B (dir.) *Le Québec rural dans tous ses états*, Montréal, Boréal, pp. 149-164.
- Valdivia C, Poulos C (2009) Factors affecting farm operators' interest in incorporating riparian buffers and forest farming practices in northeast and southeast Missouri *Agroforestry Systems* 75:61-71 DOI:10.1007/s10457-008-9129-2
- Van den Berg AE, Vlek CAJ, Coeterier JF (1998) Group differences in the aesthetic evaluation of nature development plans: a multilevel approach. *Journal of Environmental Psychology* 18:141–157. DOI: 10.1006/jev.1998.0080
- van Noordwijk M, Duguma LA, Dewi S, Leimona B, Catacutan DC, Lusiana B, Öborn I, Hairiah K, Minang PA (2018) SDG synergy between agriculture and forestry in the food, energy, water and income nexus: reinventing agroforestry? *Current Opinion in Environmental Sustainability* 34:33-42. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.09.003
- Van Sambeek JW, Navarrete-Tindall NE, Garrett HE, Lin C-H, McGraw RL, Wallace DC (2007) Ranking the Shade Tolerance of Forty-five Candidate Groundcovers for Agroforestry Plantings. *The Temperate Agroforester* 15:1-10. Accessible en ligne à https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2007/nrs_2007_vansambeek_002.pdf
- Varah A, Jones H, Smith J, Potts SG (2013) Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems. *Journal of Science, Food and Agriculture* 93: 2073–2075. DOI: 10.1002/jsfa.6148
- Vaughan M, Black SH (2006) *Agroforestry Notes 33 - Improving Forage For Native Bee Crop Pollinators*. USDA, 4 p., available at <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an33g07.pdf>
- Vézina A, Talbot C (2011) Des haies brise-vent pour réduire la dérive des pesticides en verger: de la planification à l'entretien. *Biopterre, La Pocatière*, 8 p.
- Ville de Saint-Hyacinthe (2021) Histoire de Saint-Hyacinthe. Disponible en ligne à <http://patrimoine.ville.st-hyacinthe.qc.ca/aujourd'hui.php>. Page consultée le 9 juin 2021.

- Violle C, Navas ML, Vile D, Kazakou E, Fortunel C, Hummel I, Garnier E (2007) Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116: 882-892. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- Voulligny C, Gariépy S (2008) Les friches agricoles au Québec : état des lieux et approches de valorisation. Publication AAC 10747E (En ligne)
http://www.agrireseau.qc.ca/Agroforesterie/documents/Rapport_friches_agricoles_QC_2007_Fr_Final.pdf. Document consulté le 14 avril 2013.
- Voulligny E, Domon G, Ruiz J (2009) An assessment of ordinary landscapes by an expert and by its residents: Landscape values in areas of intensive agricultural use. *Land Use Policy* 4:890-900. DOI: 10.1016/j.landusepol.2008.10.016
- WAC - World Agroforestry Centre (2020) “What is Agroforestry?” Disponible en ligne à <http://worldagroforestry.org/about/agroforestry>. Page consultée le 7 août 2020.
- Walker B, Holling CS, Carpenter SR, Kinzig A (2004) Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9: 5. DOI:10.5751/ES-00650-090205.
- Weigelhofer G, Fuchsberger J, Teufl B, Welti N, Hein T (2012) Effects of Riparian Forest Buffers on In-Stream Nutrient Retention in Agricultural Catchments. *Journal of Environmental Quality* 41:373-379. DOI: 10.2134/jeq2010.0436
- Wells G, Dosskey M, Bentrup G (2008) Landscape planning for environmental benefits. *AF Notes* 38, USDA, 4 p. Disponible en ligne à <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an38g10.pdf>. Document consulté le 3 janvier 2017.
- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, Peigné J (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 :1-20. DOI : 10.1007/s13593-013-0180-7
- White JF, Bernstein DI (2003) Key pollen allergens in North America. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* 91: 425-435. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)61509-8](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)61509-8)
- White JW, Corbett JD, Dobermann A (2002) Insufficient geographic characterization and analysis in the planning, execution and dissemination of agronomic research? *Field Crop Research* 76:45–54. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00041-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00041-2)
- Wiener N (1948) *Cybernetic or control and communication in the animal and the machine*. Paris, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press) ISBN 978-0-262-73009-9.
- Williams P, Koblenz H, Gordon A (1995) Bird use of an intercropped corn field and old field in southern Ontario, Canada. In: Ehrenreich JH, Ehrenreich DL and Lee HW(eds) *Proceedings of 4th North American agroforestry conference, Boise, 23–28 July 1995*, pp. 158–162.
- Williams PA, Gordon AM, Garrett HE, Buck L (1997) Agroforestry in North America and its role in farming systems. pp. 90–84. In: Gordon A.M. and Newman S.M. (eds), *Temperate Agroforestry Systems*. CAB International, Wallingford, UK.

- Wilson B (1984) *Systems: Concepts Methodologies and Applications*. Londres, John Wiley & Sons.
- Winans K, Whalen JK, Cogliastro A, Rivest D, Ribaud L (2014) Soil Carbon Stocks in Two Hybrid Poplar-Hay Crop Systems in Southern Quebec, Canada. *Forests* 5:1952-1966. DOI: 10.3390/f5081952
- Workman SW, Bannister ME, Nair PKR (2003) Agroforestry potential in the southeastern United States: perceptions of landowners and extension professionals *Agroforestry Systems* 59:73-83 DOI:10.1023/A:1026193204801
- Wotherspoon A, Thevathasan NV, Gordon AM, Voroney RP (2014) Carbon sequestration potential of five tree species in a 25-year-old temperate tree-based intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 88: 631-643. DOI: 10.1007/s10457-014-9719-0
- Wu JG (2013) Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology* 28 :999-1023. DOI 10.1007/s10980-013-9894-9
- Yu KJ (1995) Cultural variations in landscape preference: comparisons among Chinese sub-groups and Western design experts. *Landscape and Urban Planning* 32:107-126. DOI: 10.1016/0169-2046(94)00188-9
- Zhang B, He HB, Ding XL, Zhang XD, Zhang XP, Yang XM, Filley TR (2012) Soil microbial community dynamics over a maize (*Zea mays* L.) growing season under conventional- and no-tillage practices in a rainfed agroecosystem. *Soil and Tillage Research*: 153-160.
- Zhou BB, Wu J, Anderies JM (2019) Sustainable landscapes and landscape sustainability: A tale of two concepts. *Landscape and Urban Planning* 189:274-284. DOI: doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.005
- Zube EH (1986) Landscape values: history concepts and applications. In: Swardon R, Palmer J, Felleman J. (Eds.), *Foundations for Visual Project Analysis*. John Wiley and Sons, New York, pp. 3–19
- Zube EH, Sell JL, Taylor JG (1982) Landscape perception: Research, application and theory. *Landscape Planning* 9(1):1-33. DOI: 10.1016/0304-3924(82)90009-0

Annexe A - Guides d'entrevue pour les intervenants régionaux

1. Expertise et liens

1.1. Dans quel domaine travaillez-vous? Pour quelle organisation? Depuis combien de temps?

1.2. Auprès de qui intervenez-vous, avec qui collaborez-vous au quotidien?

2. Connaissances générales des enjeux de votre MRC

2.1. Principales utilisations des sols dans la MRC

2.2. Question liée au champ d'activité de l'intervenant

INTERVENANT AGRICOLE

Enjeux liés à l'aménagement de la zone agricole et à l'agriculture (ex : conflits d'usage, spéculation, cohabitation...)

- Description, causes, conséquences, sites/municipalités les plus touchés

INTERVENANT EN AMÉNAGEMENT

Quels sont les grands objectifs de votre MRC en termes d'aménagement du territoire?
Avez-vous une vision à long terme de cet aménagement?

Quelle est-elle?

Quelle est la place de l'agriculture et de la foresterie dans cette vision?

Existe-t-il de l'espace, une planification qui permettrait le développement de nouveaux modèles d'exploitation des terres intégrant arbres et agriculture?

INTERVENANT EN FORESTERIE

Enjeux liés à la forêt privée - Description, causes, conséquences, sites/municipalités les plus touchés

INTERVENANTS RURAUX .

Quels sont les grands enjeux de votre MRC dans le cadre du pacte rural 2014-2024?

En quoi sont-ils différents des enjeux énoncés dans le pacte 2007-2014 (màj en 2012) ?
Quels sont les enjeux auxquels le pacte rural 2007-2014 a permis de répondre en priorité?
Lesquels ont été moins touchés par les projets financés par le Pacte?

Avez-vous des exemples? Quels furent les projets en foresterie/agriculture?

2.3. Autres enjeux dans la MRC (région) :

Sols :

Biodiversité :

Eau :

Forêt :

Agriculture

Paysages :

Changements climatiques :

2.4. Selon vous, quels seront les enjeux de l'avenir dans la MRC?

3. L'intérêt/le potentiel des systèmes de cultures intercalaires

3.1. Selon vous, est-ce que les systèmes de cultures intercalaires agroforestières représentent une pratique intéressante dans le contexte de votre MRC (région)? Pourquoi?

3.2. Selon vous, à quels enjeux vécus dans la région l'implantation de SCI (arbres en rangées espacées dans les champs agricoles) permettrait-elle de mieux répondre? Pourquoi?

3.3. Selon vous, quelles sont les situations ou conditions trouvées dans la région qui pourraient freiner l'implantation de ces systèmes?

3.4. Si nous avons à implanter un site de démonstration pour démontrer les avantages potentiels de ces systèmes en regard des enjeux que vous avez soulevés auparavant...

3.4.1. Quelles espèces d'arbres seraient les plus intéressantes à implanter/tester dans le contexte de votre MRC (région)? Pourquoi?

4. Autres commentaires / Autres personnes à me recommander pour d'autres entrevues

MERCI ET FIN DE L'ENTRETIEN

Annexe B – Guide d’entrevue pour les experts en agroforesterie

1. Expérience et parcours en agroforesterie
2. Motivations à pratiquer l’agroforesterie
3. Connaissance sur les SAI
4. Effets des SAI au niveau écologique et social (principaux avantages et inconvénients)
5. Paramètres d’aménagement à prendre en compte (espèces, écartements, etc.) / étapes de l’analyse décisionnelle / quels paramètres de la parcelle / territoire observer pour faire les choix?
6. Systèmes agricoles à cibler / régions (intensification ou déprise)
7. Réception de la part des agriculteurs / agents de terrain
8. Autres commentaires

MERCI ET FIN DE L’ENTRETIEN

Annexe C – Outils d’enquête pour les groupes de discussion SWOT-AHP

Matrice SWOT 1 - Sous-groupe

Quelles sont, pour votre MRC, les forces, faiblesses, opportunités et menaces associées à l’implantation des systèmes de cultures intercalaires agroforestières?

Internes	Forces (de votre MRC)	Faiblesses (de votre MRC)
	1.	1.
	2.	2.
Externes	Opportunités (extérieures à la MRC)	Menaces (extérieures à la MRC)
	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.

MATRICE SWOT 2 - Grand groupe

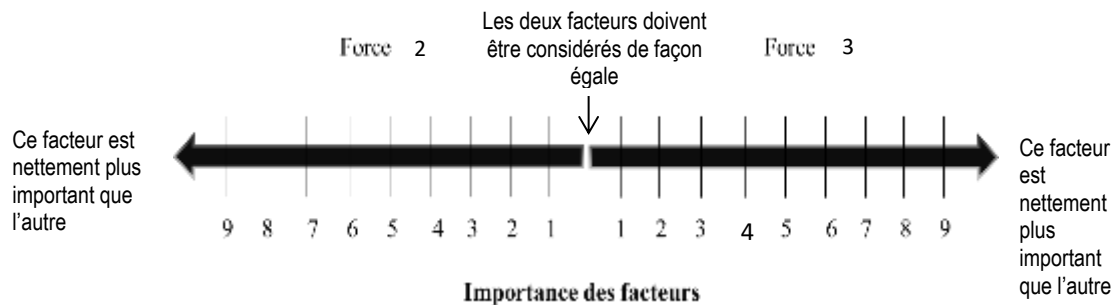
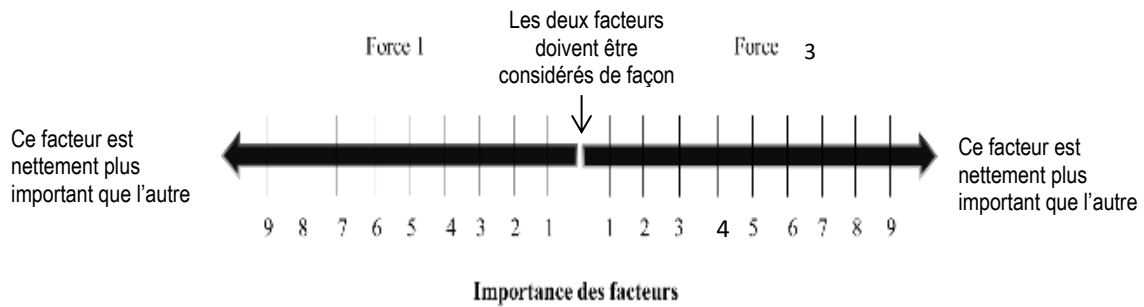
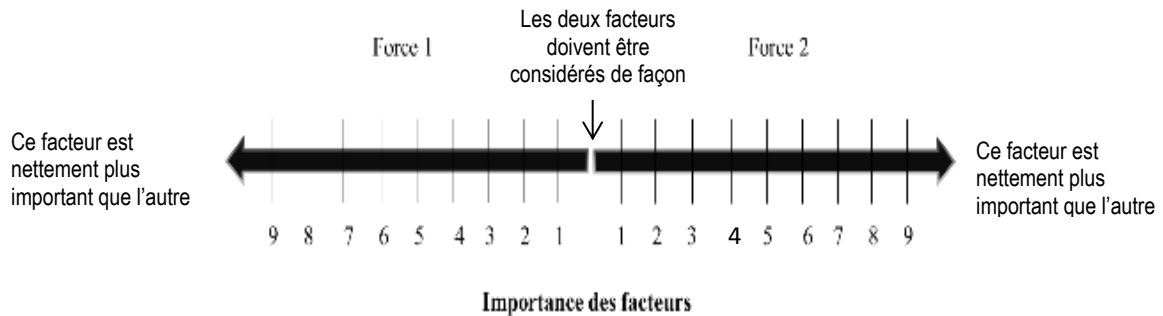
Quelles sont, pour votre MRC, les forces, faiblesses, opportunités et menaces associées à l’implantation des systèmes de cultures intercalaires agroforestières?

Internes	Forces (de votre MRC)	Faiblesses (de votre MRC)
	1.	1.
	2.	2.
Externes	Opportunités (extérieures à la MRC)	Menaces (extérieures à la MRC)
	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.

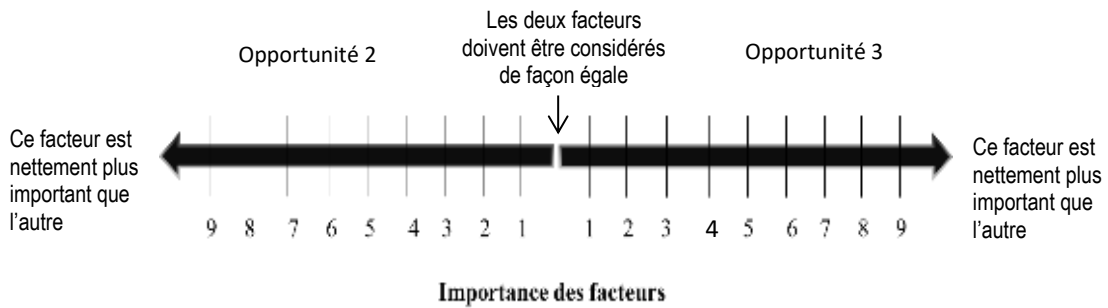
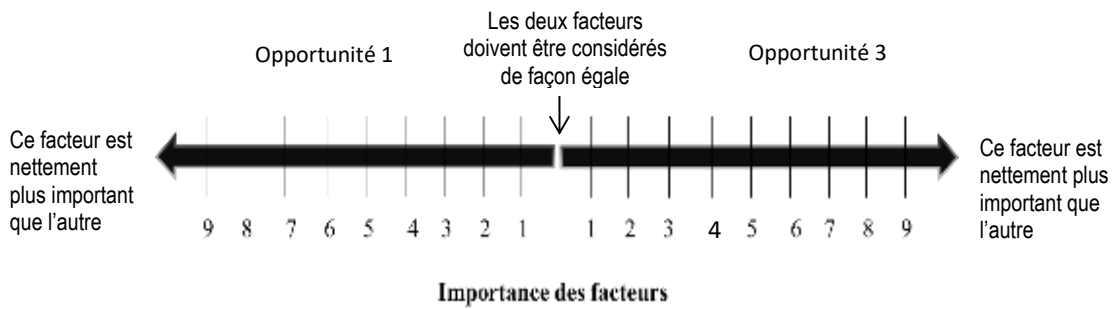
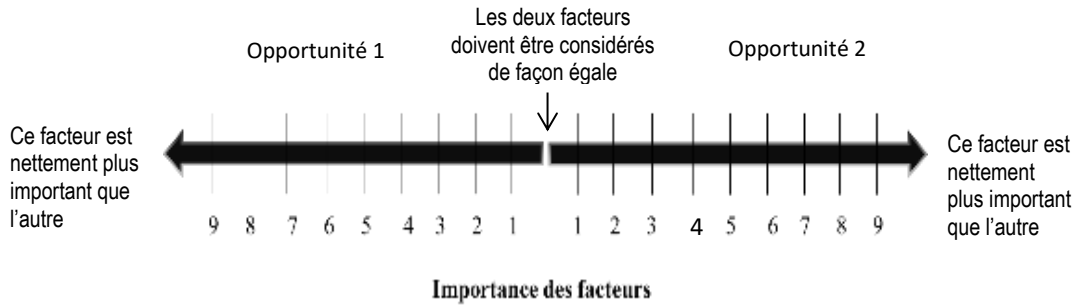
Outil de comparaison des éléments de la matrice deux à deux

Pour chacune des forces, faiblesses opportunités et menaces choisies en groupe, faites les comparaisons 2 à 2 suivantes :

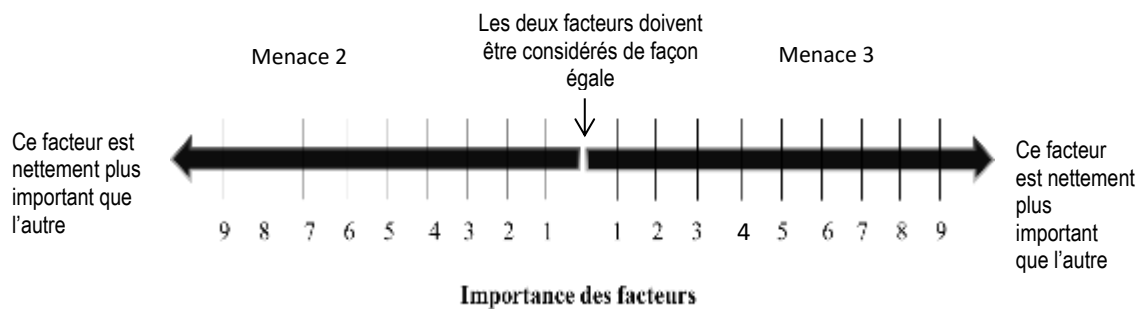
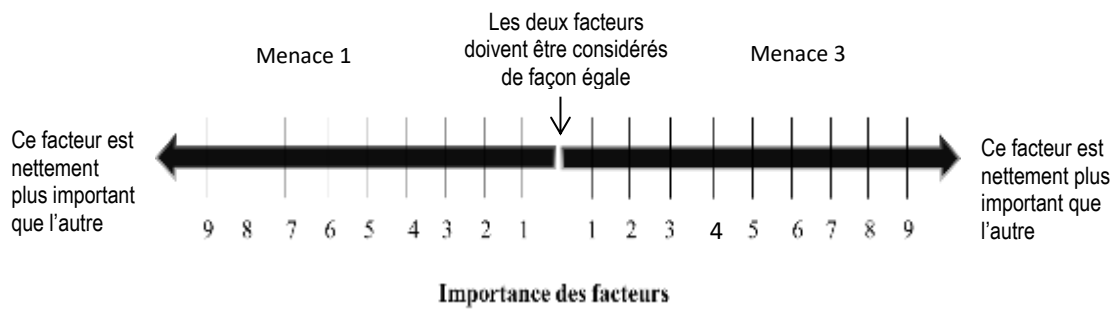
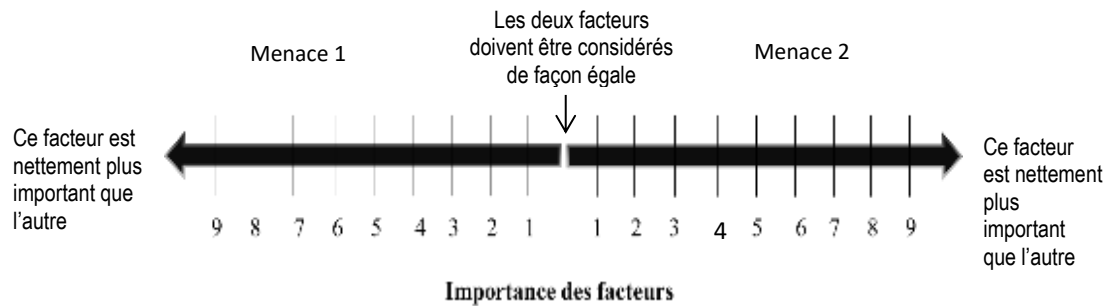
Quelle FORCE est la plus importante à prendre en considération dans le choix d'implanter/de promouvoir/de supporter les systèmes de cultures intercalaires, et à quel degré est-elle plus importante? Encerclez le chiffre correspondant sur l'échelle ci-dessous :



Quelle OPPORTUNITÉ est la plus importante à prendre en considération dans le choix d'implanter/de promouvoir/de supporter les systèmes de cultures intercalaires, et à quel degré est-elle plus importante?
Encerlez le chiffre correspondant sur l'échelle ci-dessous :



Quelle MENACE est la plus importante à prendre en considération dans le choix d'implanter/de promouvoir/de supporter les systèmes de cultures intercalaires, et à quel degré est-elle plus importante? Encerclez le chiffre correspondant sur l'échelle ci-dessous :



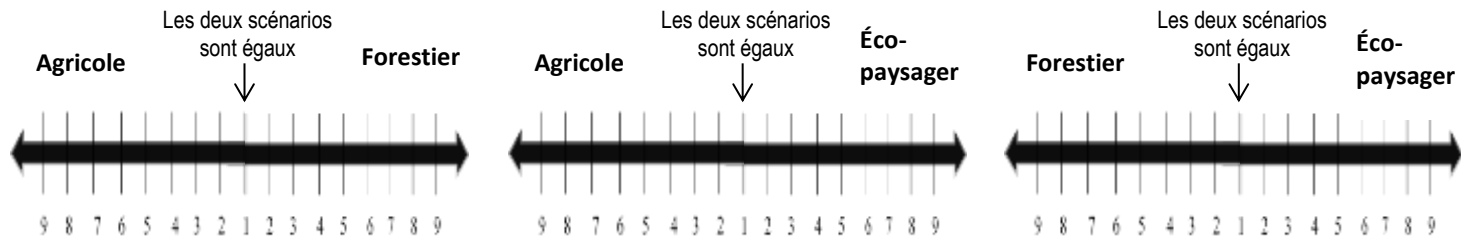
Comparaison de scénarios pré-déterminés

	Scénario agricole	Scénario forestier	Scénario éco-paysager
Cultures agricoles	DOMINANTES Céréales/prairies/ pâturages	MARGINALES prairies/pâturages	COMPLÉMENTAIRES Céréales/prairies/ pâturages
Rangées d'arbres	Espacées (30m)	Étroites (15m)	Espacées (30m)
Essences d'arbres	Feuillus	Feuillus Résineux	Feuillus
Produits des arbres	Bois d'œuvre Noix	Pâtes et papiers Bois d'œuvre	Noix, fruits Bois d'œuvre
Emplacement préconisé	Terres cultivées / friches	Plantations forestières / Friches	Percées visuelles / friches / éléments perturbateurs du paysage / connectivité
Financement disponible	Multipartite	Multipartite	Multipartite

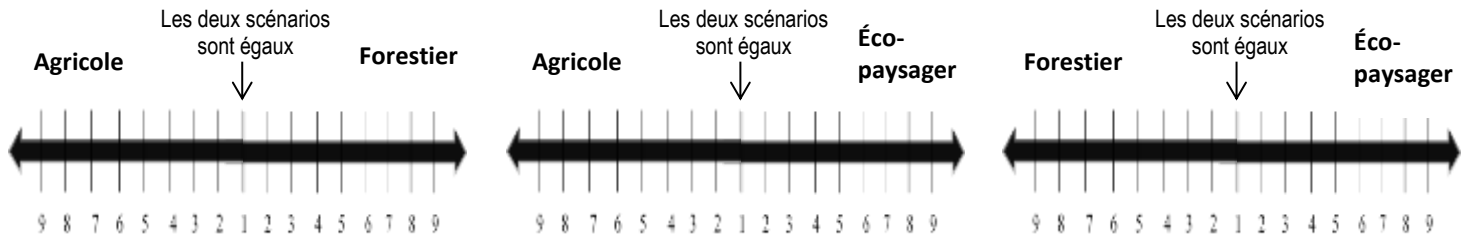
COMPARAISON DES SCÉNARIOS

Quel scénario, parmi les choix proposés, permet de mieux PROFITER des forces suivantes?

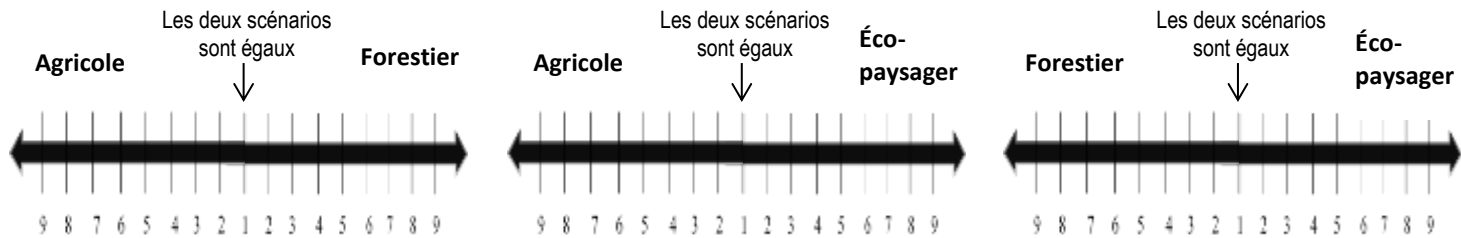
FORCE a



FORCE b

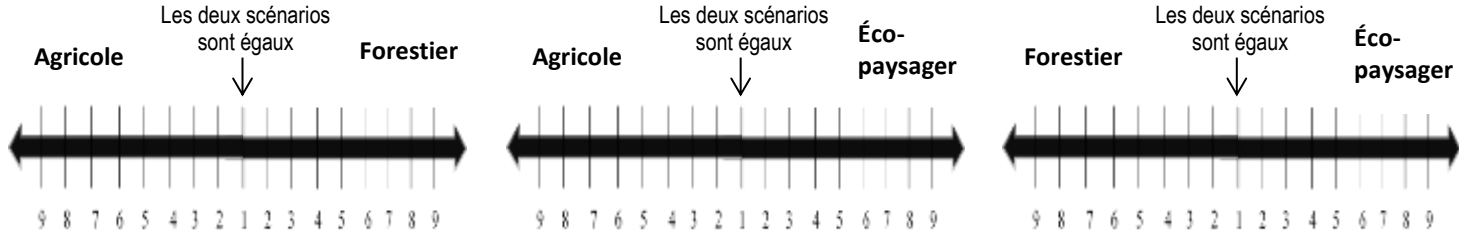


FORCE c

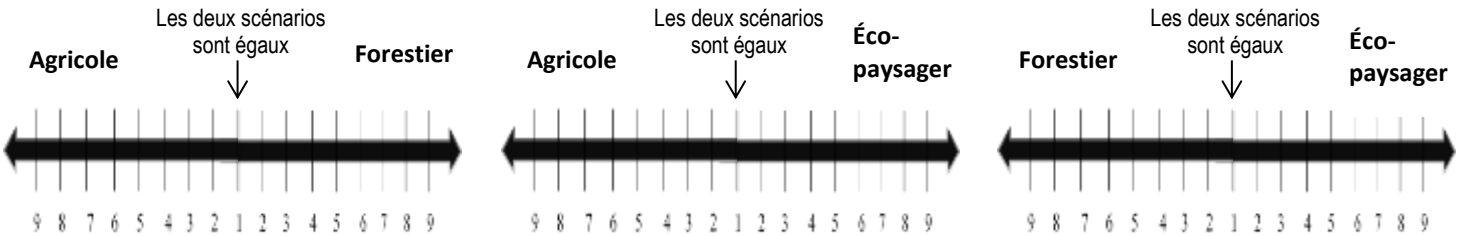


Quel scénario, parmi les choix proposés, serait le **MOINS AFFECTÉ** par les faiblesses suivantes?

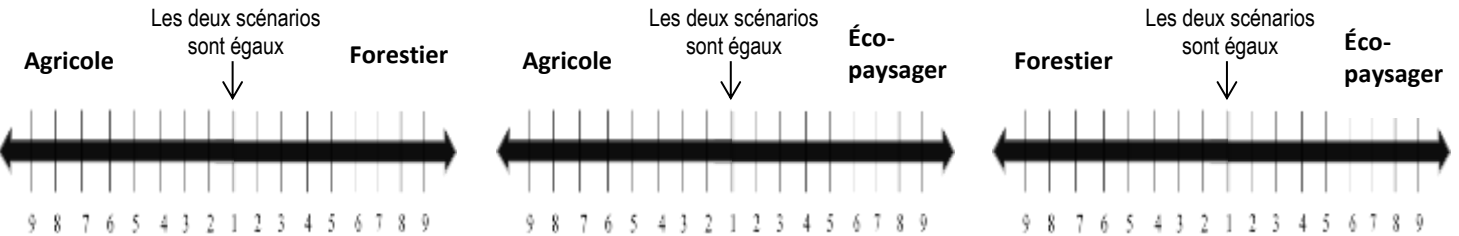
FAIBLESSE a



FAIBLESSE b

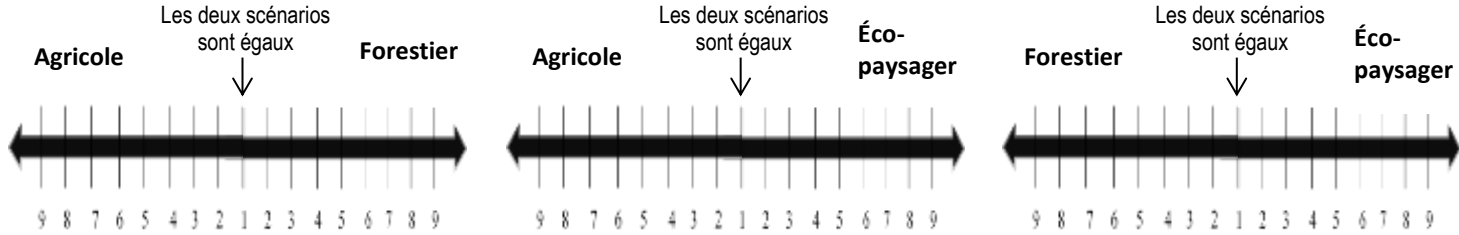


FAIBLESSE c

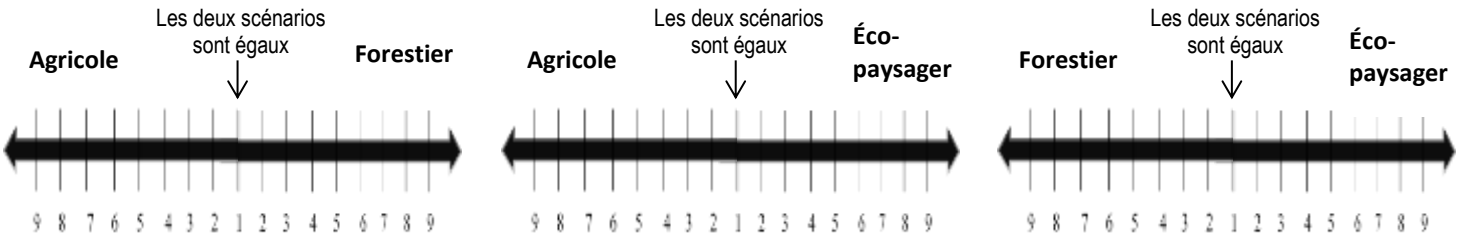


Quel scénario, parmi les choix proposés, permet de mieux PROFITER des opportunités suivantes?

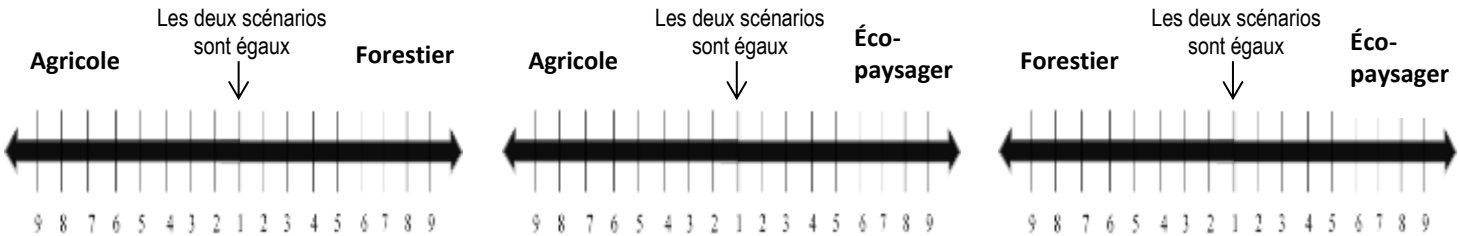
OPPORTUNITÉ a



OPPORTUNITÉ b

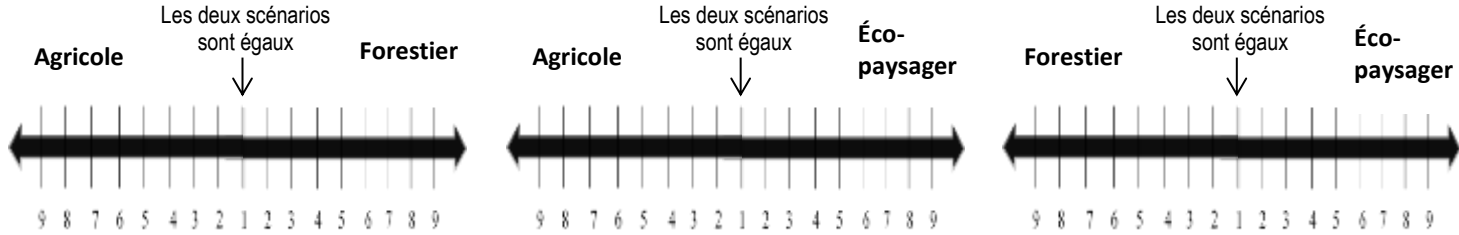


OPPORTUNITÉ c

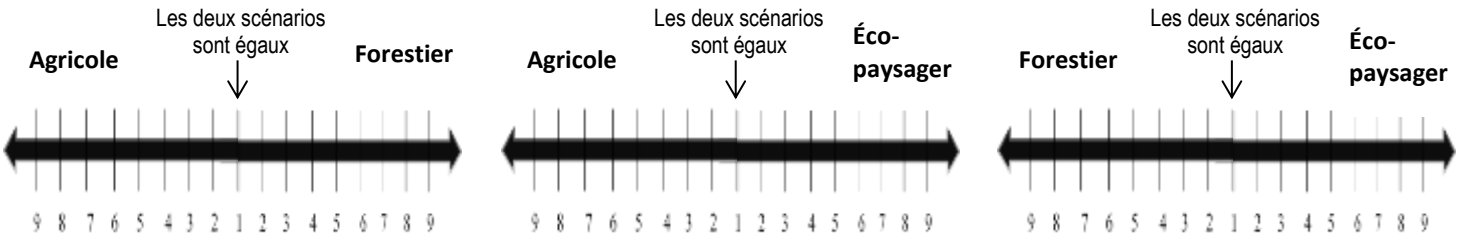


Quel scénario, parmi les choix proposés, est le **MOINS AFFECTÉ** par les menaces suivantes?

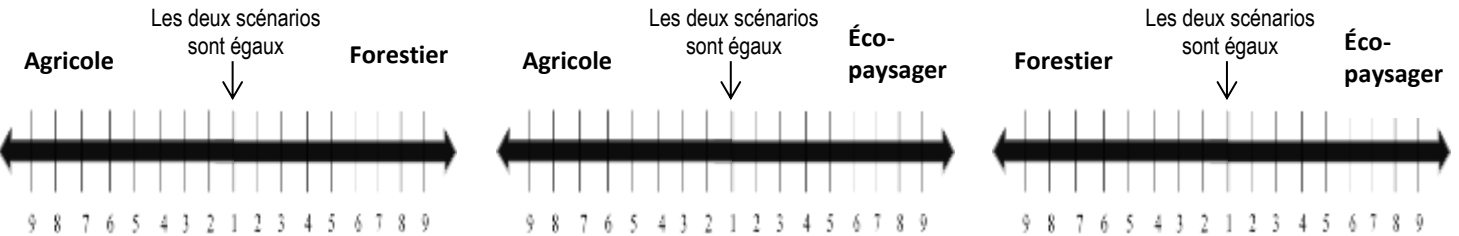
MENACE a



MENACE b



MENACE c



Questionnaire socio-démographique

distribué aux participants des enquêtes SWOT-AHP

Date : _____

No de participant : _____

Lieu : _____

1. Pour chacun des énoncés a) à j), veuillez indiquer votre réponse sur une échelle de 1 (totalement en désaccord) à 7 (totalement en accord).

		Totalement en désaccord					Totalement en accord
a) On devrait protéger l'environnement pour le bien-être des plantes et des animaux plutôt que pour le bien-être des humains	1	2	3	4	5	6	7
b) L'idée selon laquelle la nature a de la valeur pour elle-même est naïve et fausse.	1	2	3	4	5	6	7
c) Il faut conserver les lacs et les rivières propres pour protéger l'environnement, et NON pour permettre aux gens de pratiquer des activités aquatiques.	1	2	3	4	5	6	7
d) Cela ne me rend pas triste de constater que des environnements naturels sont détruits.	1	2	3	4	5	6	7
e) On devrait protéger l'environnement même si cela entraîne une diminution du bien-être humain.	1	2	3	4	5	6	7
f) Le bonheur et le droit d'avoir des enfants sont moins importants qu'une planète en santé.	1	2	3	4	5	6	7
g) Selon moi, la nature n'a pas de valeur en elle-même.	1	2	3	4	5	6	7

h) La destruction des forêts pour pratiquer l'agriculture ne me choque pas. 1 2 3 4 5 6 7

i) Conserver la nature est important même si cela implique de diminuer ses standards de vie. 1 2 3 4 5 6 7

j) Selon moi, la protection de l'environnement n'est pas un enjeu important. 1 2 3 4 5 6 7

2. J'ai passé la plus grande partie de ma vie... (cochez) :

En milieu urbain

En milieu rural

3. Mon occupation principale est...

Agriculture

Foresterie

Secteur secondaire (journalier)

Secteur tertiaire (services)

Retraité

Autre (spécifiez) : _____

4. Près de chez-moi, il y a surtout... (cochez) :

Des champs cultivés (agriculture active)

Des champs abandonnés (agriculture en déclin)

De la forêt

Des habitations

5. Le dernier niveau scolaire que j'ai complété avec succès est

Primaire

Secondaire

Collégial/technique

Universitaire

6. Ma langue maternelle est...

- Français
 Anglais
 Autre (précisez) : _____

7. Je suis membre de l'une ou l'autre des organisations suivantes (vous pouvez cocher plus d'une réponse) :

- Union des producteurs agricoles
 Fédération des producteurs forestiers du Québec
 Syndicat des producteurs forestiers de ma région
 Organisme de gestion de bassin versant
 Autre (précisez) : _____

8. Un membre de ma famille ou un ami travaille en agriculture ou en foresterie

- OUI (précisez dans quel secteur
 NON

9. Je suis...

- Une personne vivant seule
 En couple
 En couple avec enfant(s)

10. Le revenu annuel de mon foyer est de

- Moins de 20 000 \$/an
 20 000 – 39 999 \$/an
 40 000 – 59 999 \$/an
 60 000 – 79 999 \$/an
 80 000 \$ et plus

11. Mon âge : _____ ans

12. Je suis

Un homme

Une femme

13. En général, êtes-vous prêt(e) à prendre des risques? Encerclez le chiffre entre 0 et 10 qui correspondant (0 : Je ne prends jamais de risques et 10 : je prends toujours beaucoup de risques).

Je ne prends
jamais de
risques

Je prends
toujours des
risques

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. J'avais déjà entendu parler des systèmes de cultures intercalaires avant aujourd'hui

OUI. Précisez comment vous en avez entendu parler : _____

NON

MERCI BEAUCOUP!

VEUILLEZ REMETTRE CE QUESTIONNAIRE AU RESPONSABLE

Annexe D – Questionnaire en ligne sur l’appréciation des paysages par les résidents

Merci de participer à ce questionnaire sur vos préférences paysagères.

Cette enquête s'inscrit dans un projet de recherche doctoral intitulé "Analyse des facteurs biophysiques, politiques et sociaux influençant l'intégration des SAI dans les paysages agricoles du Québec", dirigé par Alain Olivier, professeur à la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval. Le projet a été approuvé par le comité d'éthique de l'Université Laval (no 2013-258-R3/15-03-2018).

Vos réponses nous permettront de mieux connaître l'appréciation de certains paysages intégrant des arbres et des cultures agricoles par la population et, ultimement, de guider certaines décisions d'aménagement.

Le questionnaire devrait être complété en 15 minutes.

Il vous est possible, à tout moment, d'enregistrer vos réponses et de revenir compléter le questionnaire plus tard.

Toute information au sujet de cette enquête peut être obtenue en communiquant avec Geneviève Laroche, étudiante au doctorat en agroforesterie, à genevieve.laroche@fsaa.ulaval.ca.

En acceptant de participer à ce projet de recherche, vous :

- confirmez que vous êtes âgé(e) d'au moins 18 ans;
- confirmez que votre consentement est libre et éclairé;
- comprenez que vous pouvez, en tout temps, vous retirer du projet de recherche;
- êtes assuré(e) que vos informations personnelles seront traitées de façon anonyme et confidentielle, conformément aux normes éthiques en vigueur à l'Université Laval.

Consentez-vous librement à participer à cette recherche?

OUI - La réponse mène à la suite du questionnaire

NON – La réponse mène à ce message :

Nous vous remercions de l'intérêt que vous portez aux paysages. Malheureusement, vous ne répondez pas aux critères de participation, puisque vous n'avez pas donné votre consentement à participer à la recherche. Si vous désirez participer et donner votre consentement, veuillez retourner à la page d'introduction du sondage. Si vous avez des questions concernant votre participation ou le déroulement de la recherche, ou encore sur la notion de consentement, veuillez écrire à Geneviève Laroche, étudiante au doctorat sur mesure en agroforesterie à l'Université Laval, au genevieve.laroche@fsaa.ulaval.ca.

Agroforesterie et paysages

Section I - Appréciation des paysages

Dans cette première section, différents paysages vous seront présentés.
Pour chacun des paysages, indiquez, sur une échelle de 1 à 10, votre niveau d'appréciation du paysage.
Pour certains des paysages présentés, on vous demandera d'expliquer pourquoi vous appréciez ou n'appréciez pas ces paysages. Notez tout simplement toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

OK

Préc.

Suiv.

Note : chaque paysage apparaissait seul sur une page, dans un ordre aléatoire. Les questions ouvertes étaient toujours associées aux mêmes paysages.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 Je n'aime pas du tout

10 J'aime énormément



Préc.

Suiv.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Réponse ouverte

Préc.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Réponse ouverte

Préc.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Préc. Suiv.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Préc. Suiv.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Préc. Suiv.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Réponse ouverte

Préc. Suiv.

Cotez le paysage présenté selon votre appréciation sur une échelle allant de 1 (je n'aime pas du tout) à 10 (j'aime énormément).



1 - Je n'aime pas du tout 10 - J'aime énormément

Pourquoi aimez-vous ou n'aimez-vous pas ce paysage? Écrivez toutes les raisons qui vous passent par la tête, qu'elles fassent référence aux éléments du paysage, à votre perception de la beauté, à un souvenir, à vos connaissances, à une impression, etc.

Réponse ouverte

Préc.


Suiv.

Section II - Scénarios d'aménagement

Dans cette section, nous vous invitons à choisir, pour chaque paysage donné, l'option d'aménagement que vous préférez parmi quatre options présentées.

Observez le paysage de base présenté. Parmi les options d'aménagement proposées (A, B, C ou D), laquelle préférez-vous?

Paysage de base
Plantation de conifères



Option A

- Prairie
- Arbres et arbustes diversifiés
- Espacement: 30 m

Option B

- Prairie
- Arbres diversifiés
- Espacement: 30 m

Option C

- Prairie
- Arbres d'une seule espèce
- Espacement: 15 m

Option D

Aucun réaménagement.

Je préfère l'option...

Option A

Option B

Option C

Option D

Préc.

Suiv.

Observez le paysage de base présenté. Parmi les options d'aménagement proposées (A, B, C ou D), laquelle préférez-vous?

Paysage de base
Prairie



Option A

- Prairie
- Arbres diversifiés
- Espacement: 15 m



Option B

- Prairie
- Arbres d'une seule espèce
- Espacement: 30 m



Option C

- Prairie
- Arbres et arbustes diversifiés
- Espacement: 15 m



Option D

Aucun réaménagement

Je préfère l'option...

Option A

Option B

Option C

Option D

Préc.

Suiv.

Observez le paysage de base présenté. Parmi les options d'aménagement proposées (A, B, C ou D), laquelle préférez-vous?

Paysage de base
Friche arbustive



Option A

- Prairie
- Arbres d'une seule espèce
- Espacement: 15 m



Option B

- Aucun réaménagement



Option C

- Prairie
- Arbres diversifiés
- Espacement: 30 m



Option D

- Prairie
- Arbres et arbustes diversifiés
- Espacement: 30 m

Je préfère l'option...

Option A

Option B

Option C

Option D

Préc.

Suiv.

Observez le paysage de base présenté. Parmi les options d'aménagement proposées (A, B, C ou D), laquelle préférez-vous?

Paysage de base
Friche herbacée



Option A
Aucun
réaménagement



Option B
• Prairie
• Arbres diversifiés
• Espacement: 15 m



Option C
• Prairie
• Arbres d'une seule
espèce
• Espacement: 30 m



Option D
• Prairie
• Arbres et arbustes
diversifiés
• Espacement: 15 m

Je préfère l'option...

Option A

Option B

Option C

Option D

Préc.

Suiv.

Agroforesterie et paysages

Section III - Votre profil

Vous êtes

- Un homme
- Une femme
- Préfère ne pas répondre

Votre âge : _____

Votre emploi : _____

Avez-vous des enfants?

- Oui
- Non

Vous habitez...

- En milieu urbain
- En milieu rural
- En milieu périurbain (banlieue)

Vous habitez dans la MRC...

- Charlevoix-Est
- Maskoutains
- Autre (veuillez préciser) : _____

Quel est votre dernier niveau de scolarité complété?

- Primaire
- Secondaire
- Formation professionnelle
- Collégial technique
- Universitaire – 1er cycle
- Universitaire – cycles supérieurs

Répondez aux questions suivantes selon une échelle allant de 1 (totalement en désaccord) à 5 (totalement en accord)

	1 - Totalement en désaccord	2 - Plutôt en désaccord	3 - Ni en accord, ni en désaccord	4 - Plutôt en accord	5 - Totalement en accord
J'apprécie passer du temps dans des milieux naturels simplement pour le fait d'être dehors en nature.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il me semble que la plupart des personnes prônant la conservation de la nature sont pessimistes et quelque peu paranoïaques.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'une des raisons les plus importantes pour garder les rivières et les lacs propres est que les gens peuvent s'y rendre pour relaxer et y pratiquer certaines activités.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les efforts et l'argent investis dans les programmes de conservation de la nature sont exagérés.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La pire conséquence de la modernisation de l'agriculture est la perte de milieux humides.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un boisé doit être aménagé et non pas laissé à lui-même.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La nature est importante parce qu'elle contribue au plaisir et au mieux-être des humains.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avant d'entreprendre ce questionnaire, aviez-vous déjà entendu parler des systèmes agroforestiers intercalaires?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas / je n'en ai pas la certitude

Globalement, croyez-vous que l'association de cultures agricoles et d'arbres ou d'arbustes sur une même parcelle est une bonne idée? Pourquoi?

Réponse ouverte

Préc.

Suiv.

Agroforesterie et paysages

Merci d'avoir répondu à ce questionnaire!

Vos réponses nous aideront grandement à comprendre à mieux cerner l'intérêt des systèmes agroforestiers intercalaires au Québec.

Vos réponses seront traitées de manière anonyme et confidentielle.

Si vous désirez obtenir un court rapport sur les résultats, veuillez inscrire votre adresse courriel ci-contre.

Votre adresse courriel : _____

Préc.

Terminé