



MICROCLIMATS ET AGRICULTURE À SAINT-FULGENCE (Québec)

Leurs potentiels pour l'horticulture Une analyse géographique

Majella-J. GAUTHIER
Mélanie LAMBERT
Carl BRISSON

LERGA, Université du Québec à Chicoutimi, 2017



MICROCLIMATS ET AGRICULTURE

À SAINT-FULGENCE (QUÉBEC)

Leur potentiel pour l'horticulture

Une analyse géographique

Par

Majella-J. GAUTHIER, Doctorat (géographie), professeur émérite, Université du Québec à Chicoutimi. Directeur de la recherche. Expert en géographie : développement régional, aménagement rural.

Mélanie LAMBERT, Maîtrise (sciences géomatiques), professionnelle de recherche, Université du Québec à Chicoutimi. Analyse spatiale, ressources naturelles.

Carl BRISSON, Maîtrise (études régionales), professionnel de recherche, Université du Québec à Chicoutimi. Géographie humaine, gestion de bases de données cartographiques, aménagement du territoire.

Rapport de recherche

Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée (LERGA)

Université du Québec à Chicoutimi

Le financement de la recherche provient du LERGA

2017

Résumé

L'étude vise à élaborer un modèle d'aménagement territorial dans lequel les conditions microclimatiques favorables à l'agriculture sont prises en compte. Elle s'inscrit sous l'angle des nouveaux regards à poser sur les ressources. Elle concerne la municipalité de Saint-Fulgence au Québec, particulièrement un corridor de trois kilomètres de largeur longeant la rivière Saguenay. Une aire comprenant 88 hectares en horticulture.

Le rapport présente, dans un premier temps, les justifications sociales, économiques, politiques, écologiques et géographiques qui ont été la bougie d'allumage de la recherche (et le maintien de la flamme!). Puis, sont énumérées les différentes méthodes et les outils qui sont mis en œuvre. L'analyse intégrée à l'aide de système d'information géographique (SIG) de divers paramètres physiographiques, géologiques et d'utilisation du sol est le cœur de la démarche de recherche. Il est à noter que le projet a reçu l'aval du Comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Le portrait de l'activité agricole est effectué par la cartographie des cultures au niveau de parcelles homogènes. L'étude met l'accent sur un type d'activité agricole spécifique qu'est l'horticulture, qui comprend les cultures maraîchères, les fruits, les petits fruits, la vigne, les arbres fruitiers et l'arboriculture; ce sont des choix culturaux pouvant être le signe de la présence de microclimats favorables à ces cultures. Les conditions de terrain dans lesquelles s'effectue la production horticole sont alors dégagées; c'est ce que l'on appelle la caractérisation. Interviennent ainsi les questions d'altitude, de proximité de l'eau, de pente, de rayonnement solaire et de dépôts de surface. Puis, il a été possible de déterminer des modèles cartographiques où il est démontré que les conditions propres aux parcelles où on s'adonne à des cultures dites « raffinées » se retrouvent aussi ailleurs dans la municipalité. Il serait donc possible d'agrandir de neuf fois les superficies actuellement cultivées. Finalement, il est proposé des pistes d'aménagement grâce auxquelles où l'extension d'une agriculture plus exigeante en termes climatiques pourrait être réalisée.

Somme toute, la grande question de recherche est la suivante :

Est-ce possible de déterminer des aires potentielles de microclimats favorables à l'agriculture et particulièrement à l'horticulture et d'élaborer des pistes pour un nouvel aménagement du territoire à Saint-Fulgence?

Il est à noter que ce rapport a été rédigé en 2015. C'est en 2017 que sa diffusion finale a été effectuée.

Table des matières

Résumé	1
Table des matières.....	3
Liste des photos	7
Liste des cartes	8
Liste des tableaux	10
Liste des diagrammes	11
1. PROBLÉMATIQUE.....	12
1.1 Mise en situation	12
1.1.1 Observations dans le paysage.....	12
1.1.2 Ressources en géographie physique.....	14
1.1.3 Recherche déjà menée	14
1.2 Contextes favorables pour le développement de l'agriculture	18
1.2.1 Échelle du Québec	18
1.2.2 Climat comme ressource et agriculture nordique	19
1.2.3 Échelle locale	20
1.3 Pertinence.....	23
1.4 Objectifs de l'étude.....	24
1.5 Équipe de recherche	24
2. MÉTHODES ET MOYENS.....	24

2.1 Principaux concepts	27
2.1.1 Microclimats et agriculture	27
2.1.2 Température	28
2.1.3 Lumière	35
2.1.4_Eau.....	37
2.2 Composantes spécifiques retenues	40
2.2.1 Altitude.....	40
2.2.2 Pente	40
2.2.3 Talus et escarpements	41
2.2.4 Rayonnement solaire	42
2.2.5 Proximité de l'eau	44
2.2.6 Dépôts de surface	45
2.2.7 Utilisation du sol.....	45
2.3 Précisions sur les données	46
2.4 Outils	47
2.5 Produit final.....	47
3. RELEVÉ DE L'UTILISATION DU SOL AGRICOLE	48
3.1 Buts	48
3.2 Méthodologie.....	49
3.2.1 Temps	49
3.2.2 Territoire	49
3.2.3 Cueillette de l'information	49

3.2.4 Choix des participants.....	50
3.2.5. Questionnaire	50
3.2.6 Détail cartographique	53
3.2.7 Représentation complète	53
3.2.8 Constitution de la base de données	53
4. ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DES CULTURES	54
4.1 Analyse détaillée.....	55
4.1.1 Légumes	55
4.1.2 Petits fruits.....	56
4.1.3 Fruits	57
4.2.4 Vigne	58
4.1.5 Arbres fruitiers.....	59
4.2 Synthèse par zones géographiques	69
4.2.1 Cultures.....	71
4.2.2 Arbres fruitiers.....	74
4.3 Structure de la production agricole.....	91
4.3.1 Vue générale dans la municipalité.....	91
4.3.2 Organisation de la production agricole dans le territoire à l'étude	92
5. CONDITIONS PHYSIOGRAPHIQUES DANS LESQUELLES SE LOCALISENT LES PARCELLES EN HORTICULTURE.....	95
5.1 Constitution d'une base de données physiographiques et cartographiques.....	96
5.1.1 Altitude	96
5.1.2 Proximité du Saguenay	98

5.1.3 Pente selon l'inclinaison.....	100
5.1.4 Pente selon l'orientation.....	100
5.1.5 Rayonnement solaire en détail	106
5.1.6 Dépôts de surface	110
6. CONDITIONS PARTICULIÈRES EXPLIQUANT LA LOCALISATION DES PARCELLES EN HORTICULTURE : LA CARACTÉRISATION.....	112
6.1 Prolongement spatial des conditions	112
6.2 Modèles cartographiques du potentiel microclimatique	119
6.3 Terres à potentiel microclimatique pour l'agriculture.....	123
6.3.1 Répartition des meilleures terres en général.....	123
6.3.2 Répartition des meilleures terres en fonction du rayonnement solaire	123
6.3.3 Délimitation des terres plus avantageées : oasis particulières dues aux parois verticales	126
7. PISTES D'AMÉNAGEMENT	130
7.1 Recul de l'agriculture depuis 1964.....	130
7.2 Utilisation actuelle du sol.....	133
7.3 Conversion de l'utilisation du sol.....	135
Conclusion.....	140
Bibliographie	143
Annexe A : Bibliographie récente	149
Annexe B : Dépôts de surface	151

Liste des photos

Photo 1 : Signe évident de cultures particulières (maraîchères) et de vente à la ferme (MJG).....	15
Photo 2 : Vue aérienne montrant le village avec la rivière Saguenay, les terrasses, les talus, le plateau (Dany Caron)	17
Photo 3 : Champs de tomates et de cultures maraîchères (MJG)	79
Photo 4 : Préparation de paniers pour distribution aux clients (MJG)	79
Photo 5 : Terrain surélevé et ensoleillé non loin de la rivière Saguenay (MJG)	80
Photo 6 : Champs de cultures maraîchères et bâtiments (MJG)	80
Photo 7 : Jardin potager en bordure de la rivière Saguenay (MJG).....	81
Photo 8 : Visite à la ferme : horticulture, agneaux et produits locaux (MJG)	81
Photo 9 : Champ de topinambours (MJG)	82
Photo 10 : Contrebas de paroie protégé des vents dominants (MJG).....	82
Photo 11 : Haies agissant comme brise-vent sur la basse terrasse (Google Earth)	83
Photo 12 : Serres pour hâter le début de l'été et pour la production (MJG)	83
Photo 13 : Bâtiments de ferme horticole (MJG).....	83
Photo 14 : Vigne « chauffée » sur un mur de briques (MJG).....	84
Photo 15 : Grand champ de vigne près de l'église (MJG)	84
Photo 16 : Champs de noisetiers dans la zone Valin (MJG).....	85
Photo 17 : Noisettes chez un pépiniériste (MJG)	85
Photo 18 : Pommes bien mûres (MJG)	86
Photo 19 : Pruniers chargés (MJG)	86
Photo 20 : Prêt à mordre dans une belle pêche (MJG)	87
Photo 21 : Les poires poussent bien (MJG)	87
Photo 22 : Verger abandonné (MJG)	88
Photo 23 : Le même verger récupéré pour des cultures éventuelles (MJG).....	88
Photo 24 : Arboretum aux Grands Chicots : visite guidée (MJG)	89
Photo 25 : Une variété de noix (MJG).....	89
Photo 26 : Grandes cultures sur les basses terrasses (MJG)	90
Photo 27 : Élevage de moutons sur le plateau (MJG).....	90

Photo 28 : La rivière Saguenay : une surface d'eau imposante, une masse thermique, un deuxième Soleil (MJG)	98
Photo 29 : Vue du village depuis la rive sud de la rivière Saguenay au printemps.....	113

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la municipalité de Saint-Fulgence.....	13
Carte 2 : Une bande tapie entre la rivière Saguenay et une plateforme laurentienne	16
Carte 3 : Carte régionale des degrés-jours de croissance.....	31
Carte 4 : Zones climatiques pour l'agriculture	33
Carte 5 : Parcelles comportant des légumes	55
Carte 6 : Parcelles comportant des petits fruits	56
Carte 7 : Parcelles comportant des fruits.....	57
Carte 8 : Parcelles comportant de la vigne	58
Carte 9 : Parcelles comportant des arbres fruitiers	59
Carte 10 : Nombre de pommiers dans les parcelles	60
Carte 11 : Nombre de pruniers dans les parcelles	61
Carte 12 : Nombre de poiriers dans les parcelles	62
Carte 13 : Nombre de cerisiers dans les parcelles	63
Carte 14 : Nombre de pêchers et de pommetiers dans les parcelles	64
Carte 15 : Nombre d'autres arbres fruitiers.....	65
Carte 16 : Parcelles comportant des noisetiers	66
Carte 17 : Parcelles où est pratiquée l'arboriculture	67
Carte 18 : Parcelles en grandes cultures et en pâturages.....	68
Carte 19 : Zones agrogéographiques	70
Carte 20 : Structure des parcelles en cultures par zone agrogéographique.....	72
Carte 21 : Altitude du terrain (en mètres)	97
Carte 22 : Proximité de la rivière Saguenay (influence graduée supposée)	99
Carte 23 : Pentes : inclinaison en degrés (trois classes).....	101

Carte 24 : Pentas : orientations en neuf positions	102
Carte 25 : Terrains peu inclinés (0-10 degrés) et orientés sud, sud-est et sud-ouest	104
Carte 26 : Terrains inclinés (10-25 degrés) et orientés sud, sud-est et sud-ouest	105
Carte 27 : Rayonnement solaire (Wh/m ²) : total annuel du 1 ^{er} mai au 1 ^{er} novembre (quantiles)	107
Carte 28 : Rayonnement solaire (Wh/m ²) : total annuel du 1 ^{er} mai au 1 ^{er} novembre (seuils naturels de 5 classes)	109
Carte 29 : Dépôts de surface	111
Carte 30 : Altitude entre 1 et 115 mètres : préférences	114
Carte 31 : Ruban de 1 000 mètres ou moins de la rivière Saguenay : préférences.....	115
Carte 32 : Terrains plats ou légèrement en pente (allant jusqu'à 13 degrés) : préférences.....	116
Carte 34 : Terrains composés d'alluvions et de terres argileuses et silteuses : préférences	118
Carte 35 : Potentiel microclimatique : modèle 1, sans dépôts (4 paramètres).....	121
Carte 36 : Potentiel microclimatique : modèle 2, avec dépôts (5 paramètres)	122
Carte 37 : Potentiel microclimatique : sélection des meilleures aires; modèle 2, avec dépôts (5 paramètres)	124
Carte 38 : Potentiel radiatif excellent (sur les pentes exposées) : modèle 3, avec dépôts (5 paramètres)	125
Carte 39 : Contrebas de parois : troisième Soleil, modèle 4 (sans dépôts).....	128
Carte 40 : Contrebas de parois : troisième Soleil, modèle 5 (avec dépôts).....	129
Carte 41 : Espace agricole 1964.....	131
Carte 42 : Réduction de l'espace agricole 1964-2013	132
Carte 43 : Utilisation du sol de toutes les parcelles cartographiées en 2013.....	134
Carte 44 : Aménagement : conversion de l'utilisation du sol, territoire	137
Carte 45 : Aménagement : conversion de l'utilisation du sol par zone agrogéographique	138

Liste des tableaux

Tableau 1 : Besoin de chaleur pour la croissance du pommier	30
Tableau 2 : Certaines caractéristiques des régions climatiques du Saguenay–Lac-Saint-Jean.....	32
Tableau 3 : Températures moyennes maximales, moyennes du jour et moyennes minimales à Bagotville.....	34
Tableau 4 : Nébulosité à Bagotville et à Saint-Fulgence	36
Tableau 5 : Valeurs de rayonnement par beau temps sur des surfaces inclinées et diversement orientées dans la région de Québec	43
Tableau 6 : Nombre de mentions de la culture de légumes.....	51
Tableau 7: Nombre de mentions de la culture de petits fruits.....	52
Tableau 8 : Nombre de parcelles en cultures par zone agrogéographique	71
Tableau 9 : Pourcentages des parcelles en cultures par zone agrogéographique	73
Tableau 10 : Structure de la présence des arbres fruitiers selon les zones agrogéographiques.....	76
Tableau 11 : Grandes catégories d'utilisation du sol agricole comparées (selon le MAPAQ en 2013)	93
Tableau 12 : Détail des cultures pratiquées dans la municipalité (selon le MAPAQ en 2013.....	94
Tableau 13 : Proportion de l'orientation des pentes en neuf positions	103
Tableau 14 : Classification du rayonnement solaire en dix niveaux (quantiles).....	108
Tableau 15 : Classification du rayonnement solaire en cinq niveaux (seuils naturels).....	108
Tableau 16 : Superficie occupée par les dépôts de surface (SIGEOM 2011)	110
Tableau 17 : Résumé des préférences physiographiques et géologiques	112
Tableau 18 : Superficie des différentes couches de paramètres : modèle n° 1 (sans dépôts).....	120
Tableau 19 : Superficie des différentes couches de paramètres : modèle n° 2 (avec dépôts)	120
Tableau 20 : Réduction de l'écoumène agricole de 1961 à 1991 (Recensements du Canada)	130
Tableau 21 : Superficies de grandes catégories d'utilisation du sol sur le territoire et sur les terrains comportant 5 paramètres	133
Tableau 22 : Superficies à convertir par zone agrogéographique	135

Liste des diagrammes

Diagramme 1 : Organigramme de la démarche de recherche	26
Diagramme 2 : Moyenne de degrés-jours de croissance >5 °C à Bagotville (total annuel : 1 511).....	34
Diagramme 3 : Normales de températures (°C) maximales, moyennes et minimales à Bagotville.....	35
Diagramme 4 : Normales des précipitations à Bagotville (total pluie : 322 mm; neige : 663,6 cm; grand total équivalent pluie : 697,9 mm).....	39
Diagramme 5 : Composition et structure en pourcentage dans les zones agrogéographiques.....	74
Diagramme 6 : Arbres fruitiers selon les essences par zone agrogéographique	77
Diagramme 7 : Composition relative des zones agrogéographiques selon les diverses essences d'arbres fruitiers	78
Diagramme 8 : Conversion de l'utilisation du sol actuelle en horticulture : gains sur les terres cultivables.....	139

1. PROBLÉMATIQUE

1.1 Mise en situation

1.1.1 Observations dans le paysage

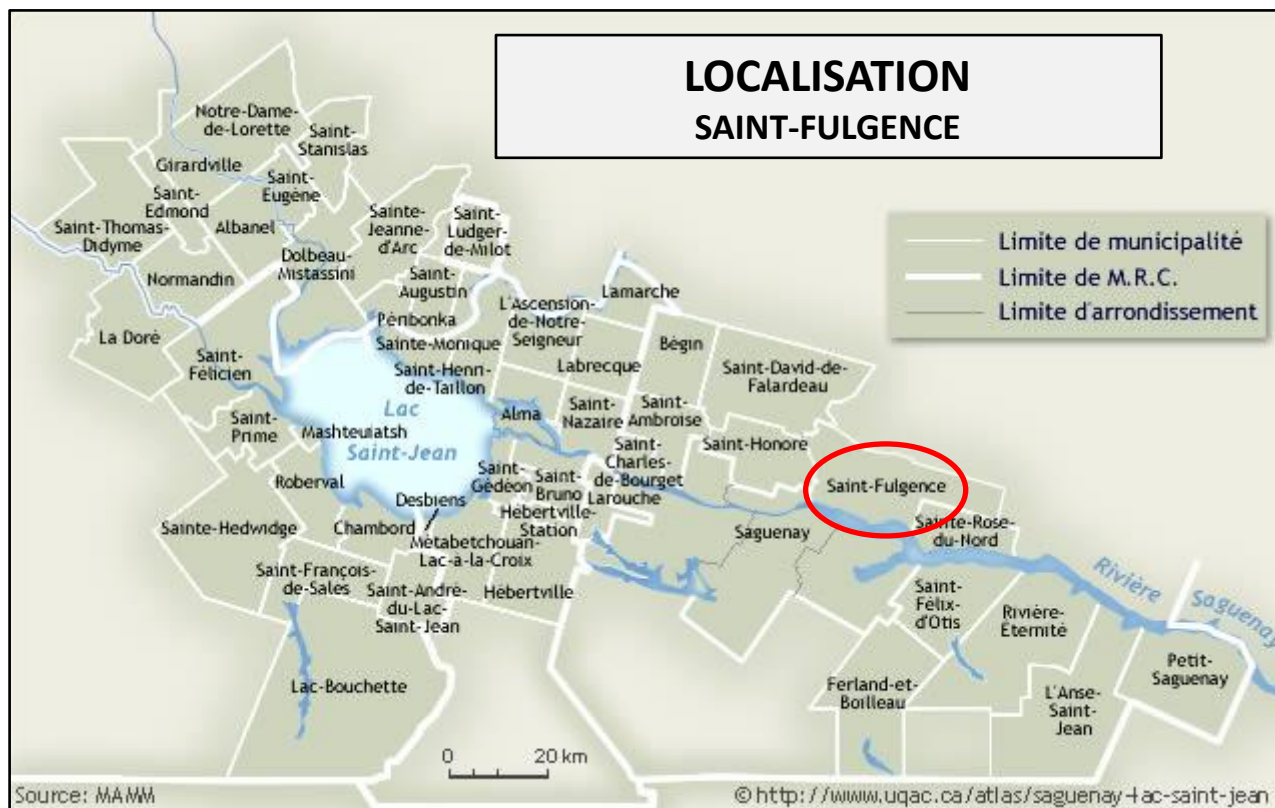
La municipalité de Saint-Fulgence est voisine de la ville de Saguenay à l'est. Elle est située sur la rive nord de la rivière Saguenay et est bordée au sud par ladite rivière sur une longueur de 22 km. Elle occupe une superficie de 394 km² et est habitée par 2 013 personnes (cartes 1 et 2).

Certains espaces de la municipalité, comme de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean d'ailleurs, seraient plus favorables à la culture de produits généralement moins répandus et moins fréquents à ces latitudes. Les conditions climatiques en seraient la cause. Cela s'observe notamment le long de la rivière Saguenay et plus particulièrement à Saint-Fulgence : la fréquence de fermes fruitières et légumières en témoigne (photo 1). On y voit entre autres des pommiers, des pruniers, des noisetiers et de la vigne (Gauthier 2012a), (Pouliot 2010), (Lévesque 2012) (Raymond 2015).

Il est question alors d'**horticulture** qui, selon le dictionnaire de l'Académie française, est l'art « de cultiver les jardins, de pratiquer la culture des légumes, des fleurs, des arbres ou des arbustes fruitiers et d'ornement » (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Horticulture>). Également, il est dit que « les cultures horticoles sont utilisées pour diversifier l'alimentation humaine et pour améliorer le cadre de vie. Les légumes, les fruits, les fleurs, les plantes ornementales et les graminées à gazon sont des exemples de cultures horticoles et sont généralement produits sur une plus petite échelle avec une gestion plus intensive que les cultures agronomiques » (traduction libre), University of Nebraska :

http://digitalcommons.unl.edu/ag_agron/. Dans le cas qui nous intéresse, il sera possible de parler non seulement d'art mais aussi de science. Nous nous concentrerons sur les produits servant à l'alimentation.

L'horticulture est l'art de cultiver les jardins, de pratiquer la culture des légumes, des fleurs, des arbres ou arbustes fruitiers et d'ornement.



Carte 1 : Localisation de la municipalité de Saint-Fulgence

1.1.2 Ressources en géographie physique

Plusieurs conditions physiographiques et géologiques se combinent à Saint-Fulgence pour créer des aires vraiment particulières : la proximité de l'eau (le Saguenay dégagé de glace neuf mois par année), des basses terrasses relativement plates et bien exposées au soleil, des talus formant des amphithéâtres, des dépôts meubles de belle qualité. Cette intégration contribue à créer des milieux riches en termes de microclimat. Dans le cas présent, il s'agit de conditions climatiques propices à une agriculture offrant plus de chaleur et se traduisant par une saison de végétation supérieure à ce qui est mesuré normalement dans la région. Rappelons qu'un microclimat est un ensemble des conditions climatiques d'un espace homogène très restreint et isolé de son environnement général (Larousse). Voir la photo 2.

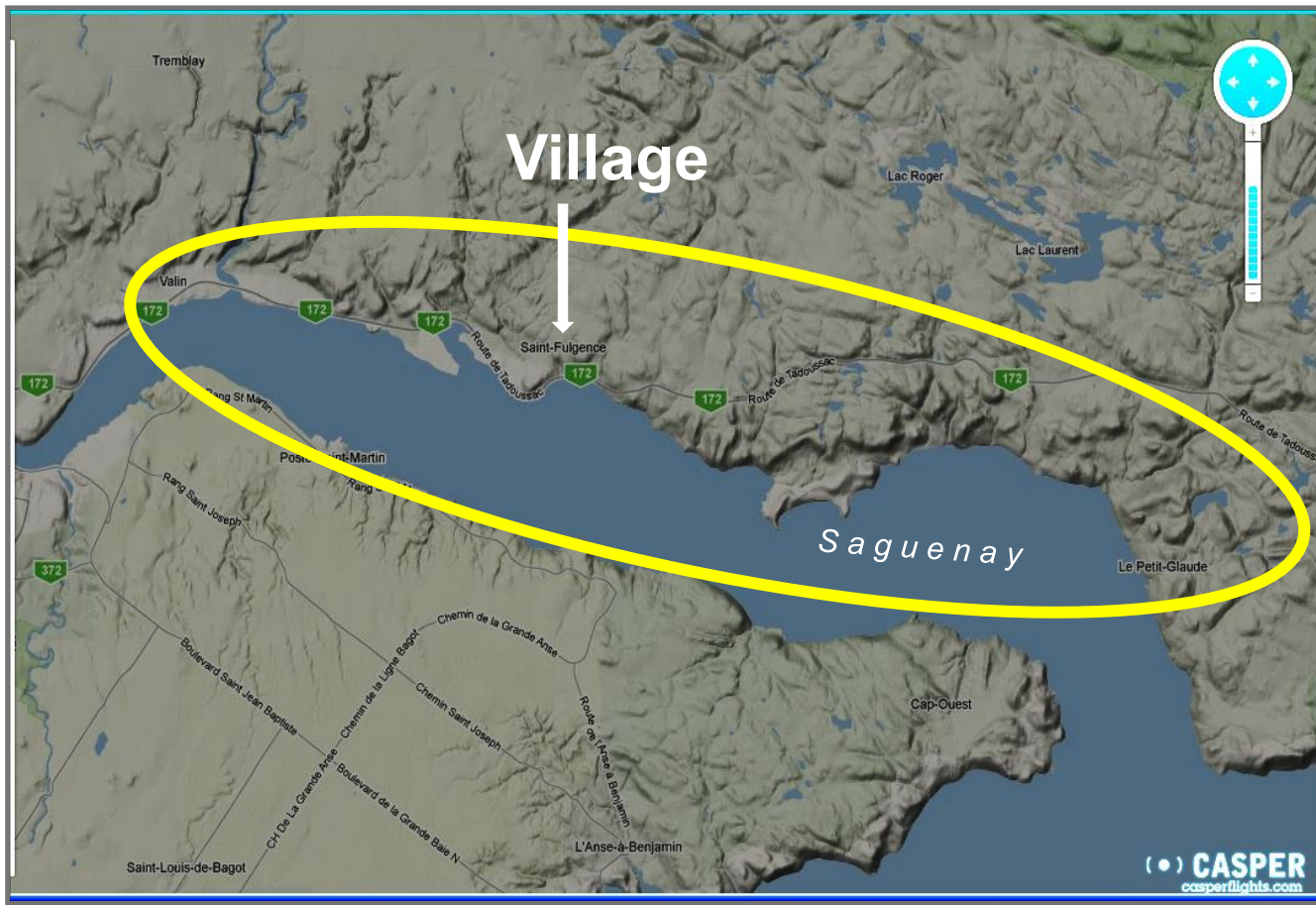
Un microclimat est un ensemble des conditions climatiques d'un espace homogène très restreint et isolé de son environnement général.

1.1.3 Recherche déjà menée

En juin 2010, Bruno Girard déposait un rapport de stage réalisé au Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée (LERGA) de l'Université du Québec à Chicoutimi (Girard 2010). Ce rapport intégrait, pour la municipalité de Saint-Fulgence à l'aide d'un SIG et sous forme de cartes, des conditions de pente, d'exposition au soleil, d'altitude, de dépôts meubles et sans compter la proximité de la rivière Saguenay. On y produisait un premier modèle géographique des terres propices à la présence de microclimats. C'était une première étape concluante mais inachevée, comme un prototype méthodologique. La mairie de la municipalité a été instantanément intéressée au sujet et cela s'est traduit par la présentation, en 2012, d'un devis de recherche dont nous reproduisons les principaux points dans les prochaines pages (Gauthier 2012d).



Photo 1 : Signe évident de cultures particulières (maraîchères) et de vente à la ferme (MJG)



Carte 2 : Une bande tapie entre la rivière Saguenay et une plateforme laurentienne



Photo 2 : Vue aérienne montrant le village avec la rivière Saguenay, les terrasses, les talus, le plateau (Dany Caron)

1.2 Contextes favorables pour le développement de l'agriculture

La problématique s'élabore à diverses échelles et sous divers thèmes. Il faut dire que l'étude sur les microclimats de Saint-Fulgence s'inscrit dans des contextes politique, économique et social favorables ainsi que dans des volontés de développement local bien partagées.

1.2.1 Échelle du Québec

À l'échelle du Québec, il y a une volonté de diversifier les productions agricoles de manière à mieux répondre aux besoins des consommateurs désireux d'accéder à des denrées variées et dont on connaît la provenance. C'est d'ailleurs ce qui est exprimé dans le Plan vert du Québec dans ces termes : « les consommateurs demandent davantage de produits diversifiés et différenciés » (MAPAQ 2011a). Cela est aussi bien exprimé dans les intentions comprises dans les plans de développement de la zone agricole pour le Québec (MAPAQ 2011b).

Cette agriculture prend une couleur multifonctionnelle importante pour les petites communautés (MAPAQ 2011a). Rappelons que la définition qu'on en donne colle parfaitement au cas qui nous intéresse : « la multifonctionnalité de l'agriculture correspond à la réalité d'une activité agricole bien conduite, qui contribue en même temps à la production agricole, mais aussi à la protection et au renouvellement des ressources naturelles, à l'équilibre du territoire et à l'emploi » (Gaudicheau 2007).

L'agriculture de proximité s'intègre aux préoccupations de développement régional. En effet, les liens entre les consommateurs (plus présents en ville qu'ailleurs) et les producteurs (qui résident à la campagne) sont organisés sous forme de système spatial où les premiers sont approvisionnés par les derniers. À l'échelle nationale, l'idée maîtresse se colle au mouvement « 100 Miles Diet » dont la mission est de convertir les consommateurs à penser localement de manière à s'assurer que ce qu'ils mangent soit produit à l'intérieur d'un rayon de 100 milles (160 km) de leur table (Besley Priebe 2011). Cela se traduit économiquement par des producteurs qui alimentent les marchés urbains et aussi par le déplacement de la population urbaine vers les lieux de production.

Dans ce dernier cas, cela s'intègre à l'agrotourisme : kiosque à la ferme et tout ce qui s'y rattache. La proximité de la ville de Saguenay avec ses 145 000 habitants constitue un marché parfait pour des producteurs qui se situent à quelques dizaines de kilomètres de ce centre urbain. Une enquête maison réalisée en février 2012 nous indique que les urbains trouvent acceptable de parcourir en voiture 16 km en moyenne pour s'approvisionner en produits agricoles dans une ferme. Certains sont même prêts à parcourir 50 km (Gauthier, 2012c), (Bouchard, 2012). Il faut dire que seulement 19 km séparent les hôtels de ville de Saguenay et de Saint-Fulgence. Bref, il est facile de s'imaginer un va-et-vient durant les fins de semaine et les congés où les urbains vont se ravitailler en produits frais et transformés dans un milieu rural et agricole agréable et pas trop loin.

1.2.2 Climat comme ressource et agriculture nordique

Le climat est reconnu comme le principal aspect de l'environnement physique qui affecte l'agriculture (Symons 1970), (Escourrou 1980), que cela soit pour les plantes ou pour les animaux d'élevage. Les précipitations, la température, la lumière, l'ensoleillement ainsi que le vent constituent un agencement fondamental en agriculture. Dans les latitudes boréales, les questions de gels, de longueur de la saison de croissance et le nombre de degrés-jours de croissance occupent une place primordiale.

Ainsi, ne serait-il pas possible que le secteur de Saint-Fulgence soit classé dans une catégorie supérieure de rusticité des plantes que ce qui est généralement cartographié? (Canada 2008). Les cartes actuelles indiquent que l'endroit se trouve dans la catégorie 3b. Pourtant, des observations de terrain et les opinions des gens impliqués en agriculture laisseraient entendre que des parcelles seraient davantage comprises dans un ou deux niveaux supérieurs comme 4a et 4b, plus favorables à l'agriculture. Également, on pourrait s'attendre, par exemple, à ce que la longueur de la saison sans gel dépasse 113 jours (0,0 °C.), que les unités thermiques pour le maïs dépassent 2 100 °C (Canada 2005), que le nombre de degrés-jours de croissance dépasse 1 377 (IRDA 2008), que la saison de croissance soit plus longue, et même, à ce qu'il y ait un climat plus tempéré (Pleau 1969); voir dans l'Atlas électronique du Saguenay–Lac-Saint-Jean les cartes sur les climats (www.uqac.ca/atlas).

Le concept d'agriculture nordique prend un sens réel dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Cette « oasis tempérée en milieu nordique » permet non seulement les grandes cultures, certaines cultures spéciales et l'élevage (surtout bovin), mais recèle aussi des espaces particuliers qui arboreraient des conditions exceptionnelles à ces latitudes en termes de climat. Il est alors important de déceler ces espaces qui seraient utilisés pour des fins agricoles, pour une agriculture plus exigeante que les plantes cultivées qui se rencontrent en général dans la région. Dans le volet agricole du Programme Accord du gouvernement du Québec, il est dit ceci : « La région présente également des caractéristiques géographiques et climatiques propices au développement de productions particulières associées à l'agriculture nordique (Fondation de l'entrepreneurship 2003), (Programme ACCORD 2008).

Notons que la Conférence régionale des élus (CRÉ) du Saguenay–Lac-Saint-Jean se préoccupe de l'incidence, sur le développement de la région, de la question de « l'éloignement des grands marchés et une saison végétative plus courte limitant la culture de certaines espèces » (CRÉ 2007). Il ne faut pas oublier que ce qui va être produit dans la présente recherche pourrait être projeté même en dehors des limites régionales. En effet, le Plan Nord du gouvernement du Québec ne propose-t-il pas des recherches dans ce sens, notamment par la volonté de « mettre en place une stratégie de développement durable de la filière petits fruits nordiques »; de « développer une stratégie commune de promotion des produits locaux et des produits du terroir à l'intérieur des régions visées » (Québec, 2011) ?

1.2.3 Échelle locale

L'agriculture qui se pratique à Saint-Fulgence dépasse ce qui se fait habituellement dans la région (grandes cultures céréalières, fourragères et élevage). La municipalité est un lieu où se concentrent des producteurs de toutes sortes. C'est le cas en particulier des fermes situées non loin des rives de la rivière Saguenay qui s'adonnent à des cultures maraîchères : petits fruits, vergers et arboriculture. Bien sûr, il y a ce qui est produit actuellement, mais peut-on faire plus? Des rencontres que notre laboratoire a réalisées avec les officiers régionaux du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) à Alma nous indiquent que des plantes alimentaires pourraient tirer profit des microclimats de Saint-Fulgence. On pense notamment aux fraises, aux framboises, aux bleuets en corymbe, aux raisins de table, aux amélanchiers, aux argousiers, aux aronies, aux camerises, aux pruniers noyers, aux noisetiers, aux cerisiers. Tout cela s'insère dans les notions si riches à nos agents de développement agricole : produits de niche, produits de terroir. On verra plus loin dans ce rapport comment l'horticulture est bien implantée et qu'il est possible de la développer davantage.

Les producteurs de la municipalité ne manquent pas d'intérêt envers la réalité des microclimats. Plusieurs savent déjà que les conditions climatiques présentes sur certains territoires sont parmi les plus favorables de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Et, plusieurs ont assisté à nos présentations soit sous forme de séminaires ou de rencontres de groupe. Chez les producteurs, nous avons observé une volonté d'en savoir plus, de partager leurs expériences et d'étendre un développement sur d'autres terres ainsi que de créer un mouvement de masse pour définir une zone où se concentreraient plusieurs producteurs, plusieurs produits, plusieurs lieux de transformation agroalimentaire, plusieurs lieux de visite, plusieurs points de vente...

Voici, dans les lignes qui suivent, des propos qui peuvent s'appliquer notamment à la municipalité de Saint-Fulgence et qui sont tirés des documents officiels.

1.2.3 1 Livre Vert

Dans le Livre Vert du gouvernement du Québec (MAPAQ 2011a), on peut tirer des affirmations pertinentes qui ont une résonance au niveau régional et au niveau local :

L'agriculture « contribue à l'occupation dynamique des territoires ».

Quand on fait référence aux MRC, il est indiqué de « mettre en valeur leur territoire agricole. ».

Encourager « l'offre de produits alimentaires qui mettent en valeur le potentiel bioalimentaire des territoires et qui tirent profit de la créativité du milieu régional et de ses entrepreneurs bioalimentaires ».

« De nouvelles possibilités de développement surgissent pour la mise en valeur de terres agricoles actuellement sous-exploitées ».

L'agriculture « façonne les paysages ruraux et contribue à l'attractivité du territoire, à la vitalité de nombreuses communautés rurales, à la gestion et à la protection des ressources naturelles, au maintien de services dans la communauté, etc. ».

On parle d' « expansion de productions dans des secteurs non traditionnels ».

1.2.3.2 CRÉ

La CRÉ (Conférence régionale des élus) est sensible aux questions rurales et agricoles. Dans son plan quinquennal 2007-2012 (CRÉ 2007), et dans la promotion du développement (CRÉ 2012), il est dit ceci :

Dans le secteur agroalimentaire, on constate « l'éloignement des grands marchés et une saison végétative plus courte limitant la culture de certaines espèces ».

On mentionne des initiatives en matière de productions que cela soit dans les cultures, en agriculture biologique, concernant es petits fruits et dans la transformation des produits frais.

L'agriculture nordique fait partie des préoccupations de la CRÉ, particulièrement en ce qui concerne de « nouveaux produits et les petits fruits » ainsi que « les produits du terroir » et les secteurs où elle pourrait en initier.

La CRÉ, par l'entremise de sa Commission sur le tourisme, ne délaisse pas les questions agrotouristiques notamment quand elle fait référence à ce qui peut se passer à la campagne et dans les paysages agricoles. On y parle de produits novateurs, de tourisme culturel et novateur, d'originalité, d'authenticité, de cuisine des terroirs : toutes des notions sympathiques à la cause agrotouristique.

1.2.3.3 MRC

Au niveau de la MRC (Municipalité régionale de comté), le schéma révisé d'aménagement (MRC du Fjord-du-Saguenay 2012) et le Pacte rural (MRC du Fjord 2007) livrent les points suivants concernant l'espace rural :

« Certains secteurs de ce territoire subissent un délaissement de l'utilisation agricole. Ce délaissement se présente sous forme d'un abandon des activités liées à l'agriculture, souvent faute de relève et en raison de l'augmentation des terres en friche et du reboisement de superficies agricoles importantes ».

Parmi les orientations de la MRC, on lit ceci : « réserver l'intégrité du territoire et des activités agricoles dans les secteurs agricoles dynamiques ». Et elle retient ces objectifs : « protéger les meilleurs sols agricoles contre une utilisation non agricole;

augmenter l'apport de l'agriculture au développement local; limiter, lorsque possible, l'empiètement des activités non agricoles dans ces secteurs aux îlots déstructurés; restreindre le reboisement; assurer une bonne cohabitation entre les usages agricoles et non agricoles ».

La MRC veut orienter son développement en accroissant « le dynamisme des territoires agricoles dévitalisés ». Elle poursuit comme objectifs « de réduire au minimum les impacts négatifs de tout projet non agricole en territoire agricole dévitalisé; d'encourager notamment les nouvelles cultures ou les nouveaux types d'élevage; de mettre en valeur le potentiel des terres en friche; de favoriser une utilisation polyvalente du territoire; d'assurer une bonne cohabitation entre les usages agricoles et non agricoles; d'éviter l'implantation d'activités jugées déstructurantes pour le milieu agricole ».

La MRC, en matière d'orientation du développement, veut « préserver les paysages ruraux » tout en poursuivant comme objectifs « de préserver l'homogénéité et le cachet agricole du territoire; de maintenir une image agricole en contrôlant, notamment l'envahissement des terres en friche, de façon à conserver des espaces ouverts propices au développement agricole ».

« Assurer le développement du territoire à la lumière de ces atouts, la MRC du Fjord-du-Saguenay doit relever l'important défi de la diversification de son économie ».

« Maintenir un équilibre entre la qualité de vie, le cadre de vie, l'environnement naturel et les activités économiques ».

« Le développement économique : une volonté de s'appuyer davantage sur les forces et les meilleurs atouts du territoire pour développer l'économie ».

« L'intégration des *néo-ruraux* ont les attentes peuvent être élevées en regard des services et des infrastructures disponibles en milieu urbain ».

Encourager « le développement durable : une volonté d'être créatifs, efficaces et novateurs dans les façons de voir et de faire le développement économique, environnemental, social et culturel ».

Il serait bon de se rappeler que le schéma d'aménagement de la MRC accorde une affectation prioritaire récréotouristique à une bande relativement large longeant les rives de la rivière Saguenay. Cela n'interdirait pas les activités complémentaires comme une agriculture particulière.

1.2.3.4 Appel local

Les vellétés municipales se situent désormais dans une perspective de nouveaux regards sur les ressources (Gauthier 2012b). Ces évaluations s'inscrivent dans l'idée que les temps changent et que de nouveaux besoins chez la population font découvrir des ressources cachées, latentes, mais non exploitées ou insuffisamment exploitées.

Le Mot du maire, dans une livraison du journal local *Faucon en parle!*, résume clairement le développement futur de la municipalité de Saint-Fulgence (Simard 2011). Dans ses propos se dégagent notamment des vues d'avenir en termes de développement rural et agricole. Et, à propos de la révision du plan d'urbanisme (en cours actuellement), le maire affirme notamment ceci :

« Nous devons faire preuve de créativité et d'innovation pour développer le territoire de Saint-Fulgence ».

Tous sont interpellés afin de « faire preuve de créativité, de motivation et d'innovation, des éléments nécessaires pour assurer l'épanouissement de notre communauté ».

« Ce qui est important, c'est de prendre conscience que notre territoire dispose de beaucoup de ressources humaines, géographiques et d'attraits touristiques, des atouts que beaucoup de communautés aimeraient posséder ». Cela confère à la municipalité son caractère propre, son identité propre, comme une sorte d'exclusivité.

« Ce fjord est aussi bordé de terrasses marines fertiles, entouré de forêts de proximité, de lots boisés privés productifs, de secteurs qui pourraient accueillir la culture du bleuets... », donc des ressources en terres et une ouverture aux cultures particulières.

« En 2012, avec les avantages que nous octroie le Pacte rural, il sera très important de faire les choses autrement, de modifier les comportements ».

Selon la lecture que nous en faisons, il y a dans l'air un modèle nouveau de développement et d'aménagement pour la municipalité. Le modèle original favoriserait le développement territorial en prenant notamment trois formes :

- 1) espace agricole (couplé à l'agrotourisme),
- 2) espace domiciliaire de densités variables,
- 3) espace mixte alliant agriculture et résidences.

1.3 Pertinence

À partir des propos rédigés dans les pages précédentes, la pertinence de la réalisation de cette étude sur les microclimats apparaît comme ceci :

- Elle apporte un regard nouveau sur les ressources naturelles en vue de la mise en valeur d'espaces riches en potentiel;
- Elle s'intègre dans les préoccupations provinciales, régionales et municipales de développement rural; d'ailleurs, des mouvements nationaux comme en Nouvelle-Zélande sont très actifs dans la recherche sur les microclimats (Stainhorpe 2013);

- Elle favorise la diversification de l'agriculture, non seulement par des cultures particulières, mais aussi parce que ces cultures se localisent dans un milieu nordique où l'élevage laitier, la pomme de terre et le bleuet règnent en maître;
- La présente étude, en raison de la situation périurbaine de Saint-Fulgence, permettrait de développer des produits agrotouristiques dont seraient friands les consommateurs de la ville de Saguenay;
- La démarche de recherche et l'outil seraient utiles à la communauté locale et pourraient être exportés vers d'autres localités.

1.4 Objectifs de l'étude

L'étude vise premièrement à mettre au point un outil capable de délimiter les zones présentant des signes de microclimats favorables à la culture de produits agricoles difficiles à réussir dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean : somme toute, des cultures plus exigeantes en termes climatiques. Elle vise également à imaginer des pistes nouvelles d'aménagement agricole quand on tient compte des terrains à fort potentiel à la fois climatique et agricole. Les caractéristiques du terrain, la proximité de la rivière Saguenay ainsi que la situation périurbaine de la municipalité de Saint-Fulgence se combinent pour constituer une zone particulière et riche en potentiel. On pourrait parler alors d'un terroir unique ou de terroirs uniques!

1.5 Équipe de recherche

Nous remercions vivement le LERGA (Laboratoire de d'expertise et de recherche en géographie appliquée) de l'Université du Québec à Chicoutimi qui a financé totalement la réalisation de cette recherche. Nous remercions surtout les participants pour leur vif intérêt et leur disponibilité lors de nos visites sur le terrain. Ajoutons à cela le ministère des Ressources naturelles (MRN) pour la permission qu'il nous a accordée dans l'utilisation de données cartographiques numériques; le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour l'obtention de données agricoles de la municipalité; la mairie de Saint-Fulgence et la Société de développement de l'Anse-aux-Foins pour leur intérêt initial. Nous ne pourrions passer sous silence la participation active et passionnée de l'étudiante bénévole Noémie Ruffier et du géographe Bruno Girard; rappelons que c'est ce dernier qui a posé les premières pierres à ce projet. Merci également à Réal Beauregard pour ses conseils techniques en cartographie. Puis, nos remerciements sont adressés spécialement à Pierre Morissette, l'arboriculteur, pour sa disponibilité tout au long de notre démarche. Nous en profitons pour remercier notre Université pour le soutien qu'elle a manifesté lors de la réalisation de cette recherche.

2. MÉTHODES ET MOYENS

Rappelons que l'étude s'insère dans la portée de nouveaux regards sur les ressources, dans leur évaluation jusque-là inédite et dans leur mise en valeur. C'est le point de départ de la démarche de recherche dont on peut voir le schéma au diagramme 1.

- 1 Un relevé cartographique des cultures permet de délimiter les parcelles sur lesquelles elles reposent; c'est alors que leur variété, leur répartition spatiale et les superficies qu'elles occupent sont déterminées.
- 2 Pour connaître l'environnement physiogéographique et géologique dans lequel les cultures sont pratiquées, le relief est décrit. Le paysage général est alors analysé sous plusieurs aspects dont l'altitude, la proximité de la rivière Saguenay, la pente, le rayonnement solaire, les dépôts de surface.
- 3 La relation de l'information cartographique entre les cultures et le milieu physiographique permet de déceler les conditions particulières qui prévalent dans les cultures, notamment celles qui représentent une agriculture plus exigeante sur le plan climatique : légumes, fruits, petits fruits, vigne, arbres fruitiers, arboriculture.
- 4 La projection de ces mêmes conditions ailleurs dans le territoire étudié amène à déterminer des aires où le terrain serait également propice à l'horticulture. Il y a alors production de modèles cartographiques de l'extension spatiale potentielle de l'horticulture et, par déduction, du potentiel microclimatique (ou vice versa).
- 5 Afin de savoir sur quelles terres pourraient s'étendre les cultures particulières, il a fallu faire un relevé des modes d'utilisation actuelle du sol et aussi de l'étendue des terres en cultures dans le passé.
- 6 Finalement, la superposition de l'utilisation du sol et des modèles amène à proposer des pistes d'aménagement du territoire sous forme cartographique et de conversion dans l'occupation des terres.

Nous verrons plus loin le détail de cette démarche.

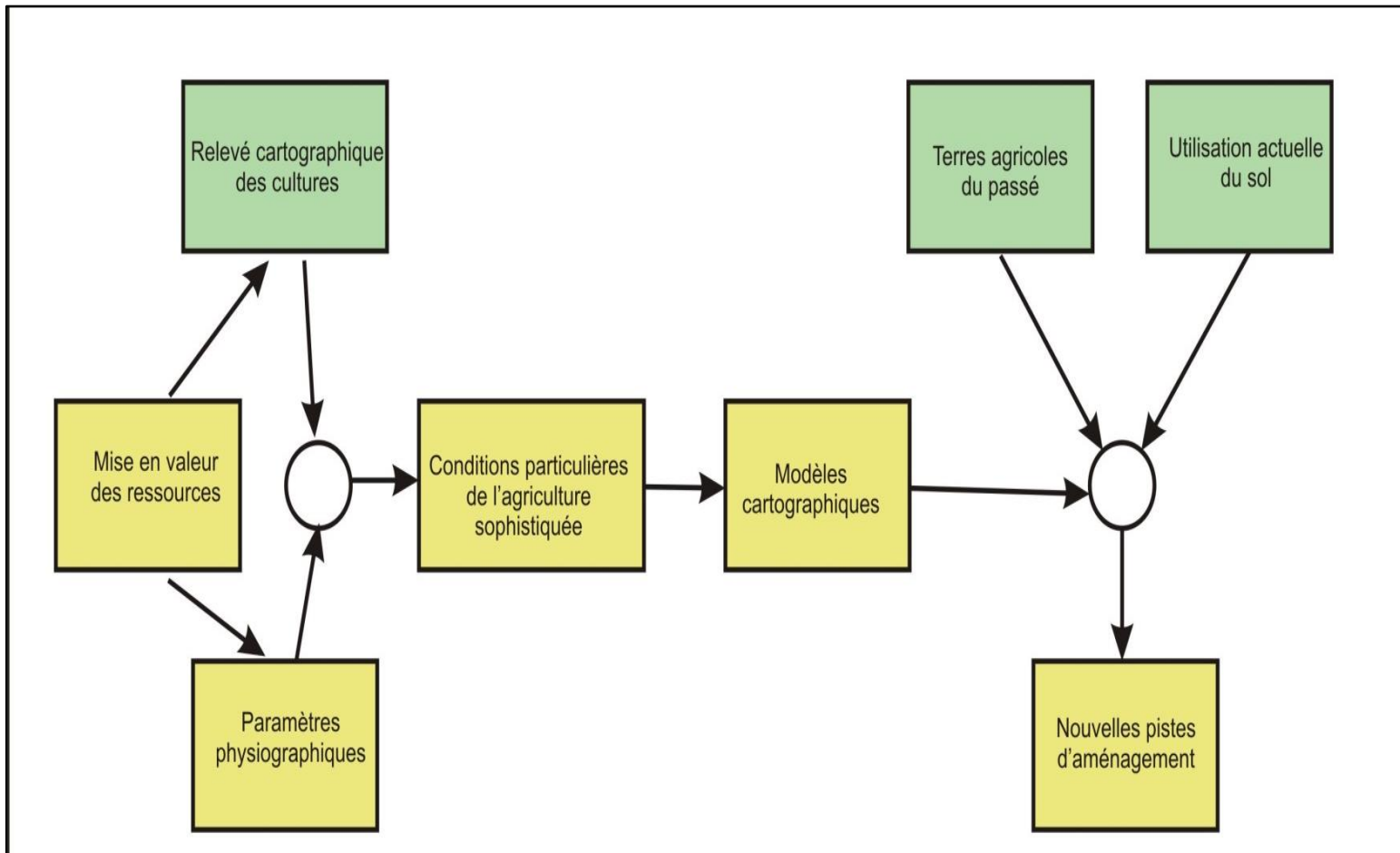


Diagramme 1 : Organigramme de la démarche de recherche

2.1 Principaux concepts

Avant de déterminer quels seront les paramètres clés utilisés dans l'analyse qui va suivre, il serait bon de comprendre les principaux concepts et les principales notions impliqués dans le présent dossier.

2.1.1 Microclimats et agriculture

Rappelons que le **climat** fait partie des ressources naturelles renouvelables. Le climat s'inscrit dans la durée et se réalise selon un cycle annuel, celui de la révolution terrestre autour du soleil. Au cours de ce cycle, les divers points de la planète présentent une exposition plus ou moins favorable à la réception du rayonnement solaire et à l'énergie que le soleil apporte avec tous les effets climatiques que l'on devine. Par commodité, le climat est généralement exprimé par des valeurs statistiques classiques (« la moyenne » principalement de ses paramètres les plus représentatifs sur une base d'observations de 30 années appelées « les normales » (Amat, Dorize et Le Cœur 1996:19-20). L'analyse des climats découle de la **climatologie** qui est la discipline scientifique relative au climat. Cette discipline a pour objet la caractérisation et la classification des types de climats, leur localisation géographique, l'étude des causes de leur diversification et, en un lieu donné, l'analyse de leur variabilité temporelle (Guyot 1997:294). Voici les facteurs généraux du climat tels qu'énumérés par l'agronome Doucet (1992) : la luminosité (constance, durée, transparence), l'énergie solaire, l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, le vent, les précipitations et la température.

Un **microclimat** désigne « l'ensemble des conditions météorologiques d'une zone de faible extension géographique qui diffèrent du climat général de la zone considérée ». Ces spécificités locales sont dues en général aux caractéristiques topographiques, géologiques et hydrologiques. La nature d'une roche, la pente et l'exposition d'un milieu, son humidité et son exposition aux éléments peuvent créer un milieu singulièrement différent de son environnement. Ce type de milieu accueille alors une flore et une faune particulières et typiques (Futura Planète 2015a). Ainsi, les échelles spatiales des climats sont variées; Guyot (1997) parle de climat régional quand il s'étend sur 100 km, de topoclimat entre 1 et 10 km et de microclimat entre 1 cm et 100 mètres. Nous supposons que, dans le cas qui nous intéresse, il s'agirait de microclimat à l'échelle de parcelle, c'est-à-dire plus ou moins 100 mètres.

Le climat contribue évidemment à la composition des **écosystèmes** qui sont des ensembles dynamiques constitués d'un milieu naturel ou biotope (eau, sol, climat, lumière...), caractérisés par des conditions écologiques particulières et des êtres vivants, ou biocénoses (animaux, plantes, microorganismes), qui les occupent (<http://www.toupie.org/Dictionnaire/Ecosysteme.htm>). Dans ce contexte, on fait appel à la notion de **bioclimat** qui peut se définir comme la ressource que le climat offre aux plantes, aux formations végétales, aux biocénoses (Amin, Dorize et LeCoeur 1996:313).

Quand il s'agit d'**agriculture**, nous faisons référence à une activité volontaire, c'est-à-dire là où une collectivité ou des individus s'adonnent à une « activité économique ayant pour objet la transformation et la mise en valeur du milieu naturel afin d'obtenir les produits végétaux et animaux utiles à l'homme, en particulier ceux destinés à son alimentation » (Petit Larousse illustré 1996). C'est alors que les hommes choisissent le type de productions en fonction des caractéristiques naturelle et écologiques du terrain (à moins que l'on améliore artificiellement les conditions intrinsèques par l'irrigation, le drainage, les brise-vent...).

Pour maximiser l'agriculture à pratiquer, il est de plus en plus fréquent d'effectuer des analyses géographiques afin de bien connaître la **configuration microclimatique des territoires**. À ce propos, citons quatre exemples : en Nouvelle-Zélande, la délimitation de microclimats et leur définition ont été réalisées pour des régions entières afin de tirer profit des particularités locales (Stainhorpe 2013); en Ontario, des SIG ont utilisés pour déterminer le potentiel des terres pour la vigne dans le comté de Elgin (Marotta 2014); au Québec, il y a eu des analyses fines pour déterminer les meilleures terres pour la viticulture (Barriault 2012); et il y a déjà 30 ans, les premiers pas en géomatique permettaient à des chercheurs de cartographier le rayonnement solaire en fonction du relief (Durand et Legros 1981). Puis, les chercheurs à l'échelle internationale continuent à se préoccuper de l'analyse du climat aux échelles fines (Carrega 2002).

2.1.2 Température

La germination des graines et la croissance des plantes exigent des conditions souhaitables de température. La température optimale est idéalement entre 18,3°C et 23,9 °C. Les basses températures permettent seulement une croissance lente (Symons 1970:27-28).

Ainsi, pour des fins d'information, rappelons quelques notes relatives aux **exigences de certaines plantes** (dont les cultures) en termes bioclimatiques. Les besoins en chaleur des plantes augmentent avec les étapes de la croissance et du cycle évolutif, depuis la germination jusqu'à la récolte. Ces exigences sont limitées par des températures minimales et maximales. Entre ces deux limites, il existe une température à laquelle chaque espèce donne son meilleur rendement. C'est propre à chaque étape du cycle vital et cela varie selon les espèces et les variétés (Doucet 1992:11-17).

Les plantes sont sensibles aux gelées tardives au printemps et hâtives à l'automne. Ainsi, la longueur de la saison sans gel prend toute sa signification. Alors, la longueur de la **saison sans gel** constitue une façon de mesurer les besoins des plantes. Généralement, le calcul est basé sur le seuil de 0 °C : il s'agit du nombre de jours consécutifs sans que la température minimale atteigne le point de congélation. Là encore, les espèces ont leurs propres limites. À titre d'information, on remarque que les seuils de gelée pour les cultures sont variables. Voici quelques exemples de seuil au printemps :

+1 °C pour la tomate et 0 °C pour les plants plantés depuis moins de 48 heures;

-1 à 0 °C pour les fleurs du fraisier;

-2 °C pour les fleurs de pommiers;

-6,6 °C pour les feuilles de carottes, et plus froid encore pour le rutabaga.

Pour d'autres cultures, peu importe la saison, les seuils de gels les plus bas et les plus hauts en degrés sont les suivants (Rosenberg, Blad et Verma 1983: 369):

les pommes Jonathon (-2,5 et -1,9);

les cerises Bing (-3,3 et -3,1);

la vigne Tokaj (-3,2 et -2,9);

les poires Anjou (-2,1 et -1,6);

les fraises Redstar Ripe (-1,1 et -1,00);

l'asperge (-1,1 et -0,6);

les fèves (-11,2 et -0,8);

le brocoli (-0,6 et -0,6);

le chou (-1,2 et -0,9);

le céleri (-0,8 et -0,5);

les concombres (-0,8 et -0,7);

l'aubergine (-0,9 et -0,8);

l'ail (-3,4 et -2,9);

la laitue (-0,4 et -0,2);

les melons (-1,4 et -1,1);

l'oignon (-1,2 et -1,0);

les pois (-0,9 et -0,6);

les radis (-1,1 et -0,7);

les tomates (-0,9 et -0,5);

les pastèques (-0,9 et -0,8).

Aussi, les carottes exigent de 50 à 80 jours de maturité alors que les carottes (bébés) peuvent être ramassées avant 30 jours (http://www.harvesttotable.com/2009/02/how_to_grow_carrots/).

Les plantes sont dépendantes, pour leur croissance, de la chaleur qu'elles reçoivent. Leurs exigences varient selon les espèces. Les **degrés-jours de croissance**, soit l'excédent de température au-dessus du seuil de croissance, constituent une valeur significative sur le plan agronomique. Habituellement, on utilise le seuil de croissance de 5 °C. Par exemple, il faut un total de 780 °C pour le mûrissement d'une récolte de pois Wisconsin.

Ainsi, le nombre de degrés de la moyenne quotidienne de température qui dépasse le seuil défini est additionné au fur et à mesure que la saison avance; et ceci pour donner un total à la fin de celle-ci. Si la température minimale du jour est de 14 °C et que la température maximale du jour est de 26 °C, cela donne une moyenne de 20 °C, c'est-à-dire un écart positif de 15 °C. Néanmoins, les seuils varient selon les espèces : 5,5 °C pour le blé, l'orge, l'avoine; 15 °C pour les tomates et la vigne; 10 °C pour les haricots. Il est aussi intéressant de se rappeler que la chaleur nécessaire au développement d'une plante varie tout au long du processus de croissance (tableau 1).

En ce qui concerne Saint-Fulgence, les seules données sur lesquelles nous pouvons nous appuyer sont celles de la station de Bagotville et celles provenant de la synthèse de Pleau (1969). Ainsi, le climat du territoire à l'étude se calquerait sur celui de Bagotville avec un total de 1 511 degrés-

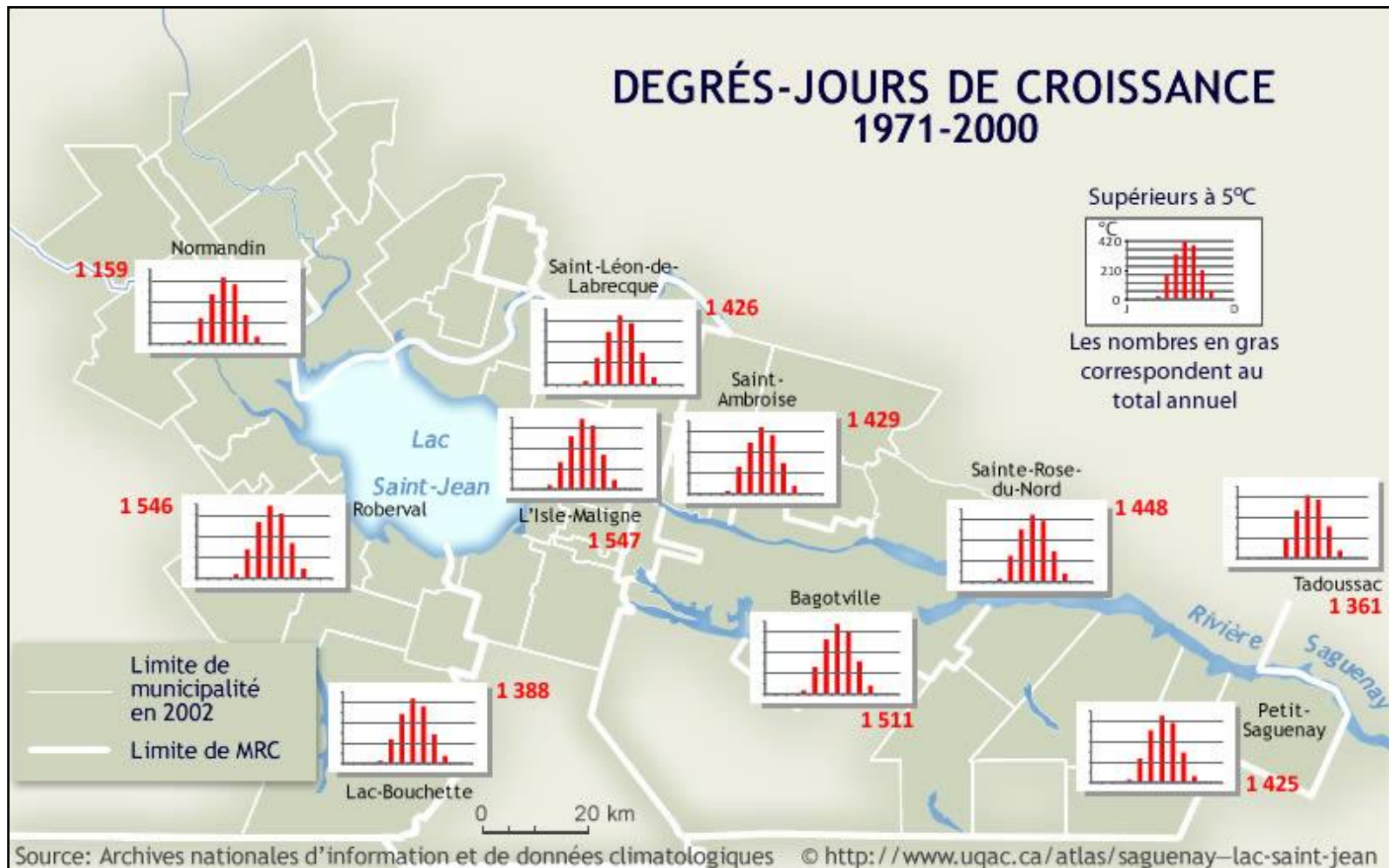
jours de croissance dont 407 pour le mois de juillet, le mois qui en accumule le plus (Météo Média). On pourrait alors supposer qu'à Saint-Fulgence le total annuel serait plus élevé et cela notamment pour chacun des mois d'avril à octobre. La synthèse climatique régionale indique que la zone du Bas-Saguenay (à laquelle appartient Saint-Fulgence) possède entre 1 111 et 1 167 degrés-jours de croissance (probabilité de 80 %) (tableau 2) (cartes 3 et 4) (diagramme 2). Là encore, il est bien possible que les terres, comme elles sont plus ensoleillées, soient plus chaudes.

Degrés-jours nécessaires pour atteindre les différents stades repères du pommier (cv McIntosh »), calculés selon la méthode standard et la méthode sinus (Baskerville). Température de base = 5 °C, début des calculs = 1^{er} mars

Stades repères du pommier	DJ standard base = 5	DJ sinus base = 5
Débourrement	65	79
Débourrement avancé	95	116
Prébouton rose	125	158
Bouton rose	175	197
Bouton rose avancé	200	244
Pleine floraison	235	255
Calice	300	313
Nouaison	350	371

Tableau 1 : Besoin de chaleur pour la croissance du pommier : <http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b03pom12.pdf>

La longueur de la période sans gel prend elle aussi son importance. Selon la synthèse climatique régionale, on indique que les derniers et les premiers gels à 0,0 °C se présentent respectivement le 29 mai et le 19 septembre, soit 113 jours consécutifs (p=80%); pour le seuil de 2,2 °C, les dates sont le 19 mai et le 3 octobre, soit 137 jours. Il y aurait tout lieu de croire que le territoire à l'étude puisse jouir de meilleurs conditions que celles mesurées pour la zone Bas-Saguenay, c'est-à-dire une saison sans gel plus longue. D'ailleurs, le tableau synoptique (tableau 2) montre clairement que, dans l'ensemble régional, cette région comporte en général des valeurs climatiques plus favorables.

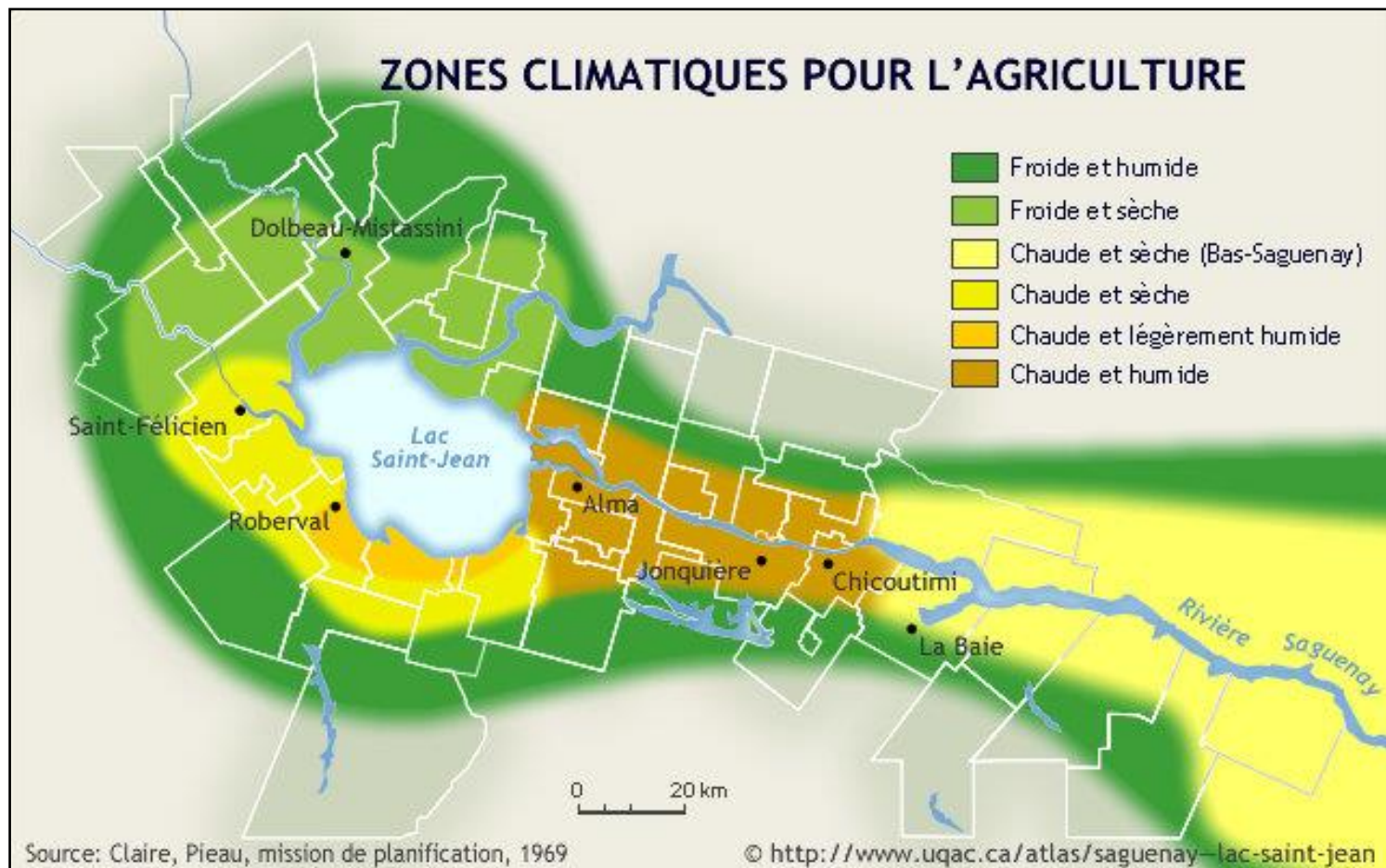


Carte 3 : Carte régionale des degrés-jours de croissance

		I Haut- Sague- nay	II Sud du Lac- Saint-Jean	III Sud- ouest du Lac-Saint- Jean	IV Bas- Sague- nay	V Nord du Lac- Saint- Jean	VI Péri- phérie
Tempé- ra- tures (°C)	An Été*	1,7-3,3 13,9-15,0	0,8-2,8 13,9	2,2-2,8 14,2-14,7	1,1-3,3 13,9	0,6-1,7 12,8-13,9	0,6-0,8 12,8-13,9
Pré- cipi- ta- tions (mm)	An Été*	838-940 457-508	762 432-457	737-762 368-406	826-889 397-432	762-889 356-457	914-965 470-508
Dernier gel (p.80 %)	-2,2 °C 0°C	30 mai 11 juin	22 mai 5 juin	27 mai 4 juin	19 mai 29 mai	1 ^{er} juin 12 juin	6 juin 16 juin
Premier gel (p.20 %)	-2,2 °C 0 °C	23 sept. 10 sept.	2 oct. 22 sept.	22 sept. 11 sept.	3 oct. 19 sept.	18 sept. 25 août	15 sept. 2 sept.
Longueur de la saison sans gel (p.80 %)	-2,2 °C 0 °C	116 91	133 113	118 99	137 113	109 74	101 78
Degrés-jours de croiss., sais. sans gel (p.80 %)	-2,2 °C 0 °C	1056- 1222 889- 1139	1083- 1111 944- 1000	1000- 1056 899- 1000	1056 944	944- 1056 750- 916	833- 944 722- 806
Degrés-jours ann. de croiss. (p.80 %)		1194- 1361	1167- 194	1167 1194	1111- 1167	1111- 1167	1000- 1194
Évaporation potentielle (mm)		18-20	16,5- 17,5	20,5	20	20	18-20
Déficit en eau (mm)		2-8	0	20	0-40	3-8	0
Indice moy. de rétention en eau des sols de mai à sept. (mm)		280-295	260-280	237-241	215-260	253-277	290-300

Moyennes des mois de mai, juin, juillet, août et septembre.

Tableau 2 : Certaines caractéristiques des régions climatiques du Saguenay–Lac-Saint-Jean selon Pleau (1969); Saint-Fulgence se situe dans la zone du Bas-Saguenay



Carte 4 : Zones climatiques pour l'agriculture

Enfin, si l'on voulait estimer les données de la température probable moyenne du territoire à l'étude, il faudrait les comparer avec celles de la station de Bagotville. Plusieurs cultivateurs (même ceux du dimanche) affirment que les températures d'automne sont plus douces que dans les environs (tableau 3) (diagramme 3).

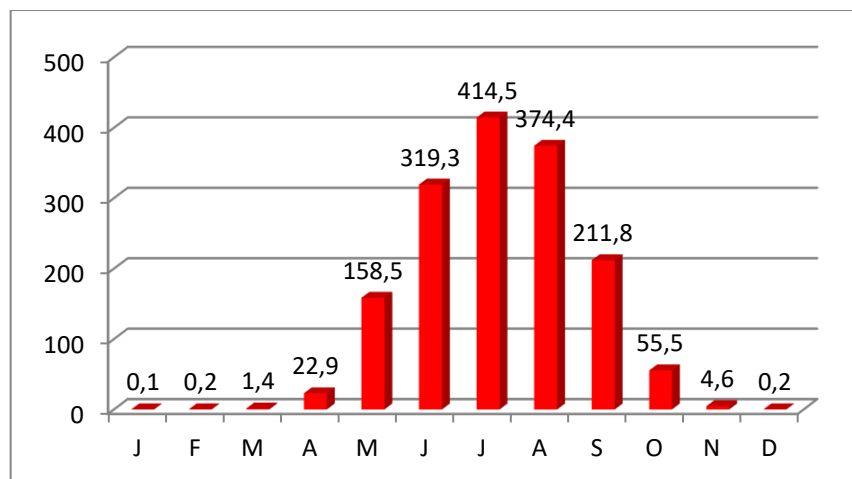


Diagramme 2 : Moyenne de degrés-jours de croissance >5 °C à Bagotville (total annuel : 1 511)

	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Max.	-10,1	-7,4	-0,6	7,9	16,3	22	24,2	23	17,5	9,6	1,8	-5,7	8,2
Moy.	-15,7	-13	-6,3	2,6	9,9	15,6	18,4	17,1	12,1	5,3	-2	-10,4	2,8
Min.	-21,1	-18,7	-12	-2,8	3,4	9,2	12,4	11,1	6,5	1,0	-5,7	-15	-2,6

Tableau 3 : Températures moyennes maximales, moyennes du jour et moyennes minimales à Bagotville

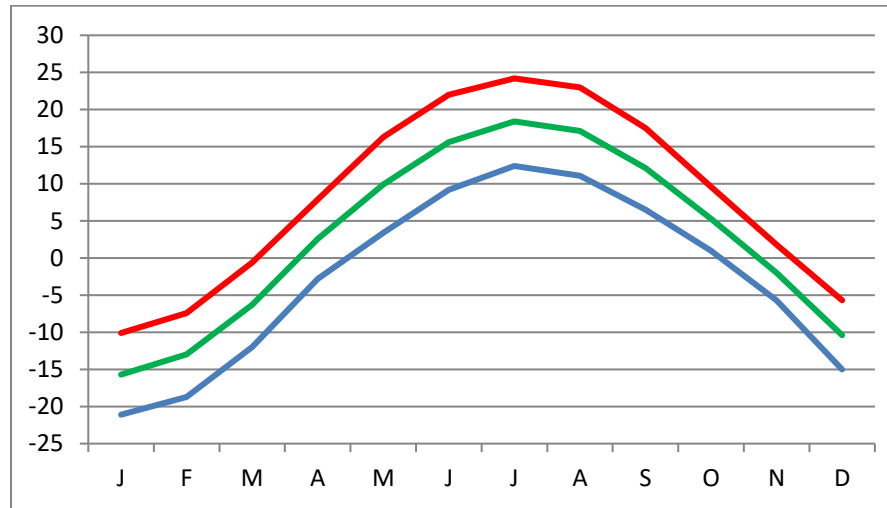


Diagramme 3 : Normales de températures (°C) maximales, moyennes et minimales à Bagotville

2.1.3 Lumière

La lumière, aussi indispensable que la chaleur à la végétation, n'agit cependant pas de la même manière. La chaleur active principalement le développement de toutes les parties de la plante et favorise la fécondation, la maturation et la germination; le rôle de la lumière est de provoquer la formation de la chlorophylle et d'aider au développement des organes floraux dont elle favorise la multiplicité et les colorations variées (<http://www.cosmovisions.com/geographieBotanique01.htm>).

La lumière joue un rôle primordial dans la plupart des phénomènes écologiques. Son intensité conditionne l'activité photosynthétique. La durée de l'éclairement au cours d'un cycle de 24 heures, ou photopériode, contrôle non seulement la croissance et la floraison des plantes, mais aussi l'ensemble du cycle vital des espèces animales. Il faut cependant noter que le rayonnement solaire est aussi dangereux pour les êtres vivants à cause des radiations ultraviolettes qu'il contient. La lumière par son intensité et ses fluctuations annuelles constitue un facteur limitant pour les végétaux. À faible, comme à fort éclairement, la photosynthèse est inhibée.

L'intensité locale du flux lumineux varie selon la latitude et la saison. Au moment des solstices d'été, la quantité d'énergie lumineuse reçue est à peu près égale entre 20° et 80° de latitude Nord. Les flux les plus intenses sont relevés au moment des solstices d'été dans les zones à climat méditerranéen chaud et où ils peuvent approcher 120 000 lux. Cela provient de la grande transparence atmosphérique propre à ces régions, alors que dans les zones intertropicales, la forte humidité atmosphérique absorbe une fraction très importante du rayonnement direct de sorte que les flux y sont moins intenses. (http://www.memoireonline.com/08/10/3782/m_Notes-decologie-generale8.html). Il faudrait souligner que, dans le cas de Saint-Fulgence, la réflexion du soleil sur la surface d'eau qu'est la rivière Saguenay apporte un surplus de lumière; c'est ce que l'on appelle le deuxième Soleil (le rayonnement du soleil étant le premier Soleil). Des recherches faites sur la rive nord du lac Balaton en Hongrie mentionnent que 6,8 % du rayonnement solaire sur le lac durant l'année est réfléchi sur les terres avoisinantes (Menyhart et Anda 2011). Ce phénomène est aussi observable dans les vignobles de Lavaux sur le bord du lac Léman (Simier 2013) (<http://www.rivaz.ch/lavaux-et-ses-trois-soleils-fr350.html>).

La lumière à Saint-Fulgence peut être évaluée à partir des données fournies par la station météorologique de Bagotville. Les normales indiquent que sur un total d'heures de 8 768 la nébulosité supérieure à 8/10 correspond à 61 % du temps. Par contre, les terres près de la rivière Saguenay, qui en fait épousent une topographie plus basse que le plateau plus au nord, jouiraient aussi de leur position « sous le vent », car les vents dominants proviennent du nord-ouest et de l'ouest, ce qui veut dire qu'elles pourraient être moins sujettes à la nébulosité, recevant ainsi plus de lumière. Le tableau qui suit laisse entendre que la nébulosité sur les terres les plus basses de la municipalité seraient moins couvertes de nuages que Bagotville (tableau 4). Par exemple, la fréquence de la classe de nébulosité la plus faible pourrait être supérieure à 19 % par rapport à Bagotville et la classe la plus élevée serait inférieure à 61 %.

Nébulosité	Heures et % à Bagotville	Heures en % à Saint-Fulgence (hypothèse)
De 0 à 2/10	1 720 (19)	Plus grand que 19
De 3/10 à 7/10	1 783 (20)	= ou + ou -
De 8/10 à 10/10	5 265 (61)	Plus petit que 61

Tableau 4 : Nébulosité à Bagotville et à Saint-Fulgence (http://www.climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_f.html)

2.1.4 Eau

2.1.4.1 Importance de l'eau en agriculture

L'eau est un facteur de production essentiel en agriculture. La production de biomasse est inextricablement liée au besoin d'eau douce et le bétail dépend de l'eau pour pouvoir s'abreuver. Les plantes absorbent l'eau, la stockent dans leurs tiges et leurs feuilles, et la rejettent dans l'atmosphère par transpiration – un processus qui influence positivement les conditions microclimatiques. Les plantes sont capables de convertir l'eau « bleue » stockée au niveau de leurs cellules en eau « verte ». Les sols recouverts de végétaux ont une capacité d'infiltration plus importante et des taux d'humidité plus élevés; cela permet de réduire le ruissellement. Sur des terres abandonnées, en particulier en cas de désertification, la capacité à retenir l'eau est bien plus faible et disparaît complètement une fois que le sol est imperméabilisé. Aussi, l'irrigation est un outil indispensable pour maintenir la production dans diverses régions (Copa-Cogena 2013).

2.1.4.2 Quantité suffisante au bon moment

On retrouve l'eau dans l'atmosphère sous forme de vapeur, de nuages ou de pluie (par temps froids, ce peut être de la neige, du verglas, du grésil). Dans le sol, l'eau est surtout sous forme liquide. C'est le cas aussi pour les plantes, comme celles qui dépendent de leurs exigences en eau, qui développent un système racinaire permettant de s'approvisionner en eau à même le sol. La plupart du temps, l'eau résulte de la pluie qui tombe là où les plantes poussent ou elle provient du ruissellement ou de l'irrigation. Pour chaque plante, un surplus d'eau occasionne un engorgement en eau alors qu'un manque entraîne un assèchement. La disponibilité en eau dépend de l'apport en eau (par exemple les précipitations) et des pertes dues à l'évaporation, au ruissellement, à l'infiltration.

Voici quelques exemples de besoins en eau de certaines cultures par tonne de matière sèche (Symons 1970: 22-27) :

- les céréales transpirent 400 à 500 tonnes d'eau;
- l'herbe, 800 tonnes;
- un champ produisant 3 tonnes de matière sèche par acre peut transpirer de 1 200 à 2 500 tonnes d'eau, soit l'équivalent de 30 cm à 65 cm de pluie.

Si un approvisionnement en eau doit être régulier pour le bétail, pour les plantes il varie en fonction de leur constitution et des étapes de leur développement. Par exemple, les besoins en eau du maïs sont particulièrement importants (environ 50 % du total) dans la période de 40 à 60 jours qui encadre la floraison femelle. Cette période se situe en moyenne, et selon les variétés, entre le 20 juin et le 20 août (dans le Poitou)

(<http://marais-poitevin.org/html/MAIS.htm>). Combien faut-il de litres d'eau pour produire des denrées agricoles? (Futura Planète 2015b). En voici quelques exemples :

- 13 500 litres d'eau pour 1 kg de viande de bœuf;
- 5 263 litres d'eau pour 1 kg de coton;
- 5 000 litres d'eau pour 1 kg de riz inondé;
- 900 litres d'eau pour 1 kg de soja;
- 590 litres d'eau pour 1 kg de pomme de terre;
- 590 litres d'eau pour 1 kg de blé;
- 524 litres d'eau pour 1 kg d'orge;
- 454 litres d'eau pour 1 kg de maïs grain;
- 346 litres d'eau pour 1 kg de banane;
- 238 litres d'eau pour 1 kg de maïs ensilage;
- 25 litres d'eau pour 1 litre de bière.

Dans le cas de Saint-Fulgence, la disponibilité en eau pour les cultures, basée sur les précipitations, devrait ressembler à ce qui est mesuré à la station météorologique de Bagotville tout près. On y compte annuellement 950,8 mm de précipitations dont 70 % sont sous forme de pluie généralement bien répartis sur les mois d'été (diagramme 4). De plus, en raison des vents qui descendent les terrasses, on pourrait supposer que l'adiabatique moins humide engendrerait des conditions climatiques plus sèches que celles de la station de Bagotville. On sait aussi que la quantité d'eau disponible n'est pas toujours suffisante pour les cultures; c'est pourquoi les grands maraîchers utilisent l'irrigation pour remédier à une certaine pénurie à des moments particuliers. En somme, il faut une quantité suffisante d'eau et aux moments opportuns.

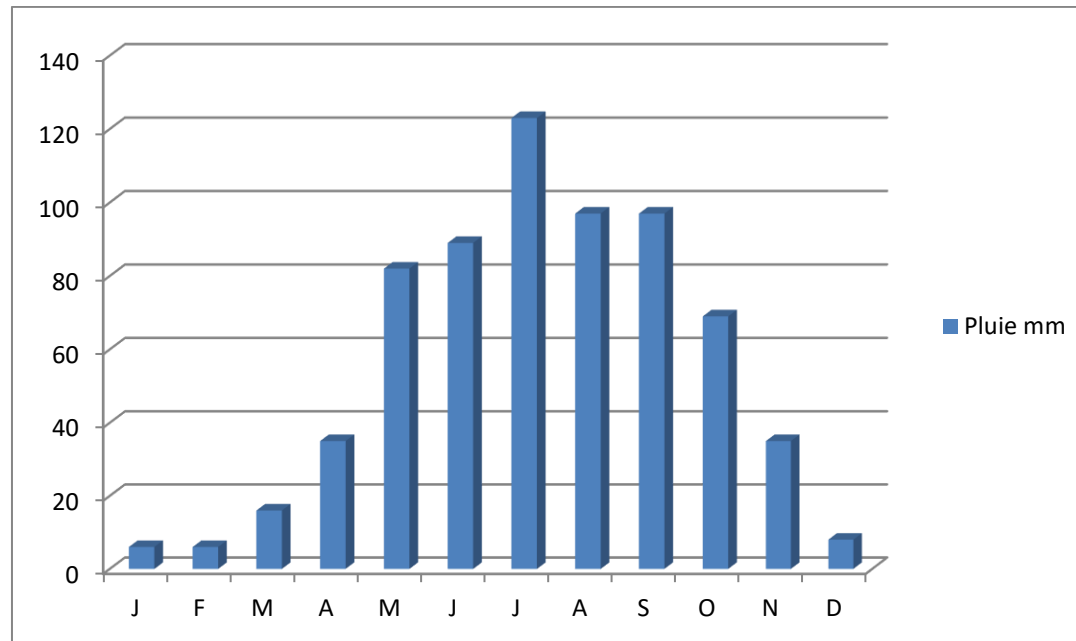
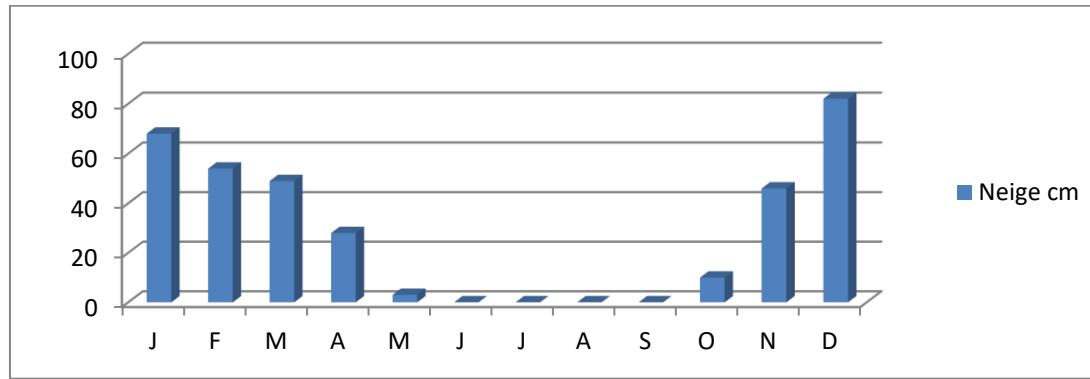


Diagramme 4 : Normales des précipitations à Bagotville (total pluie : 322 mm; neige : 663,6 cm; grand total équivalent pluie : 697,9 mm)

2.2 Composantes spécifiques retenues

Voyons maintenant les types d'information qui seront utilisés au cœur de l'analyse : le milieu physiographique comme le relief (particulièrement l'altitude), la proximité de la rivière Saguenay, la pente (inclinaison et orientation) ainsi que les talus, le rayonnement solaire et puis les dépôts de surface. La cartographie de l'utilisation du sol, dont les cultures pratiquées actuellement, complète le tableau. Il est important de dire, d'entrée de jeu, que tout ce matériel sera intégré d'une manière numérique dans des systèmes d'information géographique (MapInfo et ArcGis).

2.2.1 Altitude

Pour Saint-Fulgence, l'altitude des terres apparaît sur les cartes topographiques au 1/20 000 produites par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Il est donc possible de voir que l'altitude est à zéro au niveau de la rivière Saguenay et qu'elle s'élève par paliers à mesure que l'on s'éloigne de l'eau pour atteindre 730 m dans les secteurs plus au nord à l'extérieur du territoire étudié.

Au point de vue climatique, théoriquement et si l'on se base sur le gradient adiabatique moyen, la température de l'air serait plus froide à mesure que l'on s'élève. Le taux indique une perte de 0,65 °C par 100 m d'élévation (Strahler 1969:192). Ainsi, si l'air au niveau de la mer est à 0 °C, il serait à moins 5,2 °C à 800 m. Dans ces conditions, les zones les plus propices à l'agriculture seraient les plus basses.

2.2.2 Pente

La pente constitue une caractéristique particulière à Saint-Fulgence et, il faudrait même dire très favorable en raison de l'exposition du terrain au sud. Alors, on a affaire à des terres chauffées par les rayons du soleil. Plus les rayons du soleil frappent le sol verticalement, plus il y aura réception d'énergie solaire et plus grande sera la quantité de chaleur disponible pour les cultures. Dans le cas de l'ensoleillement, il faut souligner que la lumière constitue un élément essentiel à la production de chlorophylle par la photosynthèse. La pente a aussi un effet sur la circulation de l'air, un phénomène important dans des conditions d'inversion thermique.

Ainsi, l'**inclinaison** du terrain s'avère un paramètre incontournable dans la recherche de microclimat. Pour bien comprendre cela, il faut que la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon soit prise en considération. Si l'on sait que Saint-Fulgence est située à 48°30' de latitude Nord, les rayons du soleil à midi (au moment où le soleil est le plus haut sur l'horizon) frappent un terrain plat au solstice d'été à un angle de 66°, aux équinoxes de 42° et au solstice d'hiver de 18°. L'unité de mesure que nous allons utiliser sera exprimée en degrés de pente. Il est à souligner que des choix d'inclinaison devront être effectués en fonction des pratiques agricoles et des dangers d'érosion. Rappelons que le seuil maximum de pente généralement accepté pour l'utilisation de machinerie lourde est de 8° soit 14 % (Symons 1970), quoique l'on puisse supposer que des pentes légèrement plus fortes seraient capables de supporter des plantations de vergers, par exemple.

La pente peut être analysée sous l'axe de son **orientation**. Il est indéniable que les terrains qui sont orientés vers le sud sont avantagés par rapport à ceux qui le sont vers le nord. Et même, les pentes qui font face au sud ne possèdent pas toutes les mêmes qualités. En effet, celles qui sont franc sud jouissent d'un rayonnement solaire plus fort à midi que celles qui sont exposées à l'est et à l'ouest. Dans l'analyse sur les microclimats, il faudra déterminer quels sont les terrains les plus favorables à l'agriculture sous cet aspect.

2.2.3 Talus et escarpements

La topographie de la municipalité s'élève en paliers, en terrasses, à mesure que l'on s'éloigne des rives de la rivière Saguenay. Souvent, des talus, des rebords de terrasse, des escarpements, d'anciennes falaises forment des parois relativement verticales, de bonne hauteur et bien exposées au soleil. Les observations sommaires et les entrevues réalisées sur le terrain nous indiquent que ces éléments favorisent l'agriculture.

Ainsi, les talus et les escarpements constituent des éléments incontournables dans l'accumulation et la dispersion de la chaleur. Par exemple, s'ils font face au sud, ils accumulent de la chaleur sous l'effet du rayonnement solaire pendant la journée. S'ils sont faits de roc à nu de couleur foncée, l'absorption de la chaleur est à son maximum et cela est encore plus vrai si les rayons du soleil frappent à un angle de 90°. Il est à signaler que plusieurs escarpements sont constitués de roc à nu et que d'autres sont parsemés ici et là d'arbres et de broussailles. Tous accumulent de la chaleur et la dispersent par radiation, notamment dans les zones situées à leurs pieds, en contrebas. Cela s'exerce évidemment le jour mais aussi la nuit au moment où la température ambiante se refroidit.

Il faut dire également que la quantité de chaleur émise est fonction du bloc de chaleur accumulée dans le talus ou dans l'escarpement. Au solstice d'été à Saint-Fulgence, l'accumulation de chaleur à midi est à son maximum sur des pentes de 24°. Par contre, vers le début du jour ou la fin du jour, ce sont les parois les plus verticales qui en profitent. C'est le cas aussi pour ces parois abruptes à midi au moment des mois d'avril et de mai, et de septembre et d'octobre où les rayons du soleil, plus bas sur l'horizon, les percutent à un angle plus près de 90°.

Les données nécessaires pour déterminer les terrains jouissant de la radiation thermique provenant des talus et des escarpements résulteront de l'analyse de la carte topographique et du modèle numérique d'altitude (MNA). D'abord, il s'agit d'identifier les talus et les escarpements orientés vers le sud (l'adret) puis, par l'analyse de zone tampon (« buffer ») pour délimiter les terrains en contrebas susceptibles d'être affectés par leur présence. On pourrait sans doute accorder une cote supérieure à chaque terrain en contrebas en fonction de la constitution de la paroi et de sa hauteur; voire établir un gradient décroissant à mesure que l'on s'éloigne du pied du talus ou de l'escarpement.

La littérature donne des indications sur la mesure de la radiation provenant de parois et de son effet sur les plantes (Larson, Matthes and Kelly 2000). On s'entend généralement pour dire que les modèles de diffusion théorique mesurent des valeurs inversement et proportionnelles au carré de leur distance. Évidemment, la température du talus et la quantité de chaleur accumulée dans celui-ci conditionnent sa capacité de réchauffement des zones avoisinantes.

Notons encore une fois que la topographie de la municipalité de Saint-Fulgence décroît assez rapidement depuis le plateau intérieur vers les rives de la rivière Saguenay, et ce, en direction du sud. Ne pourrait-on pas affirmer, en raison des vents qui viennent très souvent du nord-ouest, que ces pentes sont l'objet de subsidence orographique, un phénomène peu propice à la nébulosité donc favorable à la présence de radiation solaire et de lumière comme nous l'avons mentionné antérieurement? D'ailleurs, la chose est bien connue dans Charlevoix.

Il est à noter que l'accumulation de chaleur sur les parois peut occasionner des mouvements de convection thermique favorables à la présence de corniches plus chaudes.

2.2.4 Rayonnement solaire

Comme nous l'avons vu plus haut, la température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces dans la biosphère. Sans chaleur, le développement des plantes est impossible. À très basse température, les échanges entre le sol et les plantes sont impossibles et les fonctions physiologiques principales sont bloquées ou fortement ralenties. L'assimilation chlorophyllienne, ou photosynthèse, et la respiration sont réduites ou annulées. Pour chaque plante, on peut déterminer une température optimale qui convient au développement et à la croissance en un moment donné et qui se trouve à l'intérieur d'un intervalle de tolérance plus ou moins grand. Les plantes qui supportent un large écart de température sont dites *eurythermes*; celles qui ne supportent pas de fortes variations de température telles que l'hévéa brésilien (*Hevea brasiliensis*) sont des *sténothermes*.

(http://www.memoireonline.com/08/10/3782/m_Notes-decologie-generale8.html). Le bilan radiatif est souvent associé aux pentes. La quantité de rayonnement qui est reçue par une pente dépend de six facteurs (Guyot 1997) :

- l'heure du jour;
- la latitude du lieu;
- la saison;
- la couverture nuageuse;
- l'orientation de la pente;
- l'angle de la pente.

Aux fins de comparaison, on peut supposer que la quantité de rayonnement solaire direct d'un endroit proche de Saint-Fulgence épouserait un patron qui ressemblerait passablement à celui du territoire à l'étude. À cet effet, une analyse a justement été réalisée dans la région de Québec (située à 183 km plus au sud). Le tableau qui suit illustre bien la quantité de rayonnement reçu et mesuré sur le terrain pour certaines inclinaisons de pente et pour huit orientations (Hufty 1976) (tableau 5). La quantité de rayonnement, exprimée en calories par centimètres carrés par jour ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{jour}$), varie énormément; c'est sur les pentes de 10 degrés le 25 juin que la somme est la plus élevée avec 595, alors qu'elle ne s'élève qu'à 25 le 22 décembre. Les pentes orientées vers le nord sont les plus défavorisées si l'on considère la biologie, mais seraient évidemment avantagées dans la détermination d'aires froides. Dans la recherche dont il est question, les mesures correspondent au rayonnement réellement récolté sur le terrain à l'aide d'instruments.

Or, aucune de ces mesures n'existe pour le territoire étudié. Malgré tout, il est possible de déterminer théoriquement le rayonnement solaire à partir des caractéristiques physiographiques, notamment en faisant appel aux SIG et en utilisant le modèle numérique de terrain (bloc diagramme). Ainsi, si l'on tient compte de l'inclinaison et de l'orientation des pentes, si l'on fournit les coordonnées en longitude du lieu et si l'on détermine la période de calcul (dans ce cas-ci du 1^{er} mai au 1^{er} novembre), il sera possible de produire une carte de la quantité de rayonnement solaire durant, ce que nous appelons, la grande fourchette d'activités agricoles.

Alors, « la quantité totale de rayonnement calculée pour un emplacement ou une zone en particulier est produite sous la forme de **rayonnement global**. Le calcul du rayonnement direct, diffus et global est répété pour chaque emplacement d'entité ou pour tous les emplacements de la surface topographique et génère des cartes d'insolation pour toute une zone géographique ». L'information ainsi produite est exprimée en watts heures par mètres carrés (Wh/m²). « Les outils d'analyse du rayonnement solaire permettent de calculer l'insolation d'un paysage ou d'emplacements particuliers, en s'appuyant sur les méthodes de l'algorithme du champ de vision hémisphérique développées par Rich *et al.* (Rich 1990, Rich *et al.* 1994) et reprises ultérieurement par Fu et Rich (2000, 2002) » (texte tiré de la documentation d'ArcGis: <http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#na/009z000000tm000000/>).

Rayonnement solaire direct et topographie en cal/cm²/jour

DATES/ SURFACE	0° Plat	10° S	10° SE et SO	10° E et O	10°S NE et NO	10° N	30° S	30° SE et SE	30° E et O	30° NE et NO	30° N	90° S	90° SE et SO	90° E et O	90° NE et NO	90° N
22 déc.	60	90	80	60	35	25	145	115	55	5	0	185	130	35	0	0
7 févr.	130	180	165	130	95	80	250	210	120	35	0	175	200	65	5	0
22 mars	315	365	350	310	275	255	435	390	285	170	110	325	265	145	35	0
7 mai	510	540	530	500	475	465	550	525	455	365	325	230	255	215	100	25
25 juin	585	595	590	575	555	550	570	560	515	455	435	170	230	235	135	35
2 août	510	540	530	500	475	465	550	525	455	365	325	230	255	215	100	25
20 sept.	315	365	350	310	275	255	435	390	285	170	110	325	265	145	35	0
4 nov.	130	180	165	130	95	80	250	210	120	35	0	175	200	65	5	0

Tableau 5 : Valeurs de rayonnement par beau temps sur des surfaces inclinées et diversement orientées dans la région de Québec (46° 48' N).

Extrait de la thèse de Michel Carpentier (Hufy 1976)

Par ailleurs, les images satellites pourraient elles aussi fournir des données utiles. Malheureusement, même si nous possédons les images de base, cette avenue a dû être écartée pour le moment faute de moyens financiers. Donnons quand même quelques détails sur ce qui aurait pu être réalisé. La chaleur présente à la surface du globe peut être visualisée et mesurée. Par exemple, les satellites comme Landsat le font très bien. Les capteurs peuvent enregistrer l'émission de longueurs d'ondes, notamment les longueurs qui représentent l'infrarouge thermique (un peu à la manière des caméras qui vérifient les pertes de chaleur des maisons et des bâtiments). Il s'avère que la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean a été survolée et on peut compter sur des images dont il est aisé de tirer profit. L'information ainsi recueillie grâce à des logiciels de traitement d'images (comme Dimple) et que nous avons en banque aurait pu prendre la forme d'une multitude de pixels (120 mètres et 60 mètres) gradués en 256 niveaux dont les extrêmes sont les points les plus froids et les plus chauds à un moment donné. Dans le cas qui nous intéresse, il s'agit de l'image Landsat 5 TM prise le 28 août 1995 à 11 heures du matin. Il est à noter que les conditions météorologiques de la station la plus proche de Saint-Fulgence doivent être connues pour ce moment précis : température, vent, marée. La thermographie aurait pu être incorporée à la procédure d'intégration de l'information et va notamment permettre de confirmer ce qui a été dégagé des autres conditions faisant partie de l'analyse. Cela sera sans doute réalisé dans une recherche ultérieure.

2.2.5 Proximité de l'eau

La rivière Saguenay, qui borde la municipalité de Saint-Fulgence au sud, possède une largeur de deux kilomètres et plus, est sujette aux marées (trois mètres) qui dégagent un estran relativement important et est libre de glaces bien souvent à partir de la mi-mars jusqu'à la mi-décembre. La rivière souffle de l'air frais ou froid sur les terres durant le jour si l'air ambiant sur les terres est plus chaud que l'eau. Par contre, si l'air ambiant sur les terres est voisin du point de congélation, l'air provenant de la rivière viendra réchauffer les terres avoisinantes et éviter les gels.

On peut supposer alors que l'air ambiant sur les terres en bordure de la rivière auraient tendance à être plus froid dans toutes les saisons, sauf à l'automne quand il y a arrivée d'air plus chaud venant de la mer : une chaleur plus évidente vers la fin de l'été là où l'eau du Saguenay a eu le temps de se réchauffer. Les cultures seraient alors protégées des gels hâtifs garantissant une période végétative allongée. La théorie a déjà bien défini ce que sont les vents de mer (le jour) et les vents de terre (la nuit) (Strahler 1969) (Geiger 1966).

C'est bien connu que la brise de mer allonge la saison végétative et il est généralement admis que l'influence d'une masse d'eau importante peut aisément atteindre 3 kilomètres et même atteindre 40 kilomètres en bordure de mer et en terrain plat; on parle de 20 kilomètres pour les Grands-Lacs; pensons ici notamment à la zone fruitière du lac Érié (Escourrou 1980). Le même auteur affirme ceci : « Un volume d'eau régularise les températures et l'humidité relative. Les côtes sont le plus souvent des lieux favorisés propices aux cultures maraîchères et fruitières lorsqu'elles sont protégées des vents violents ».

Dans le cas de Saint-Fulgence, comme le relief s'élève rapidement à partir de la rivière Saguenay, on peut déjà considérer que quelques centaines de mètres forme une bande raisonnablement avantageuse.

Il faut dire aussi que l'humidité dégagée par la rivière peut tempérer les variations brusques de température. Idéalement, elle peut éviter que les cultures gèlent lorsque la température de l'air environnant frôle le point de congélation.

2.2.6 Dépôts de surface

Les caractéristiques des terres en fonction de l'agriculture dépendent entre autres de la texture et de l'épaisseur des dépôts. Dans le cas qui nous intéresse, il faut écarter les sols minces et mettre au premier plan les sols légers bien que les sols lourds soient généralement plus fertiles. Plus précisément, il est convenu que la conductivité thermique varie en fonction de la texture du sol : le sable diffuse la chaleur deux fois plus vite dans l'air ambiant que l'argile (Escourrou 1980). A priori, les terres recouvertes de limons et de sables seraient avantagées par rapport à celles composées d'argile ou de terres noires.

Voyons maintenant dans les faits quelques conditions relatives à l'agriculture (tiré surtout de Doucet 1992:16).

- Pour cultiver, il faut normalement une épaisseur minimale de dépôts meubles (par exemple 30 cm).
- En termes de texture, les argiles et les limons se prêtent généralement bien à l'agriculture; en y incluant les sols organiques.
- Les sols comprenant un bon équilibre entre du minéral, de l'humus, de l'air et de l'eau sont recherchés.
- Un sol sombre se refroidit plus vite qu'un sol clair.
- Les sols riches en humus et en colloïdes sont des sols froids.
- Un sol poreux s'échauffe beaucoup le jour, mais se refroidit rapidement la nuit.
- Un sol humide se réchauffe moins vite qu'un sol sec.
- Un sol couvert de végétation est plus propice au gel qu'un sol à nu.

Il est à noter que l'information proviendra surtout de la cartographie des dépôts de surface au 1/ 50 000 (Parent, Paradis et Boivin 2010), corroborée par la carte pédologique (Raymond 1971) et par la carte écologique (Jurdant, Beaubien, Bélair, Dionne, Girardin 1972), elles aussi au 1/50 000.

2.2.7 Utilisation du sol

L'information provenant de l'utilisation du sol constitue une dimension indispensable pour décrire et analyser la réalité tangible de ce qui existe sur le terrain. Les principaux intérêts de faire appel à cette dimension reposent sur le fait que l'on puisse apprendre quelles sont les activités pratiquées,

notamment par les hommes, sur un territoire, quels sont les divers types de productions dont la production agricole, quelle est la localisation, quelle est la répartition, quelles sont les superficies impliquées ainsi que quelles sont les tendances dans le temps (FAO 2014).

Cette dimension prend trois significations. Décrivons-les rapidement; néanmoins, ce sera dans la prochaine partie que le sujet sera traité plus en détail.

La **première** image s'intéresse spécifiquement à ce qui est réellement cultivé actuellement à l'intérieur de la bande de trois kilomètres déjà délimitée. Dans cette étude, il s'est agi d'effectuer un relevé cartographique sur le terrain. Ainsi, pour l'année 2013, sont cartographiées les parcelles comportant de grandes cultures et des pâturages, des légumes, des fruits, des petits fruits, de la vigne, des arbres fruitiers et de l'arboriculture.

La **deuxième** image décrit en **général** les grandes catégories de modes d'utilisation en 2013 utiles à la réalisation du projet pour le territoire étudié. Il sera alors question de terres cultivées, de friches, de pelouse, de plantations d'arbres, de surfaces urbanisées. Cette information permettra de déterminer à partir de quoi les terres à potentiel microclimatique seraient converties.

La **troisième** image concernant l'utilisation du sol montre l'extension de l'espace cultivé dans le passé, il y a 50 ans. En effet, il y a eu une contraction très importante des terres cultivées depuis un bon moment. Encore là, il serait sans doute possible de récupérer celles qui ont été délaissées, reprises en forêts ou reboisées.

2.3 Précisions sur les données

Les données utilisées pour évaluer l'aspect physiographique de la municipalité proviennent d'un modèle numérique d'altitude (MNA) développé par le MRNF. Il s'agit de la base BDTQ (Québec 2007). Le modèle antérieur réalisé par Bruno Girard en 2010 provenait du secteur des sciences de la Terre du ministère des Ressources naturelles du Canada et était disponible sur le site Internet de la géobase (Geobase 2009) (Girard 2010); l'échelle cartographique était elle aussi au 1/ 50 000.

Le modèle de recherche utilisé ici est plus précis que le prototype antérieur, car il présente une information plus détaillée en raison du fait que les calculs sont faits à partir de la carte topographique au 1/ 20 000. Le MNA (modèle numérique d'altitude) fournit donc des valeurs d'altitude qui reposent sur un quadrillage (des cellules) d'environ un tiers de seconde d'arc, ce qui correspond à une résolution d'environ 10 mètres sur le terrain. Le MNA est très utile pour calculer l'altitude, l'inclinaison de la pente ainsi que son orientation et la présence des talus et des escarpements et, en fin de course, le rayonnement solaire. La base cartographique contient des éléments d'hydrographie, de végétation, de constructions anthropiques et de relief (sous formes de courbes de niveau et de points cotés). C'est également avec cette base que sera aussi confectionnée la grille de proximité (distance) de la rivière Saguenay afin d'estimer la zone d'influence de cette masse d'eau.

Une autre série de données concerne les dépôts de surface. Leur précision cartographique correspond à l'échelle du 1/ 50 000. À cette échelle, il est facile de supposer qu'il y a moins de détails dans le contour des aires et plus de généralisations que si la carte avait été réalisée au 1/20 000

Les photographies aériennes de 1964 au 1/15 840 vont révéler assez clairement les aires cultivées à cette époque (où l'élevage laitier battait son plein) et indiquer celles qui mériteraient une attention particulière en termes d'aménagement. Les photographies plus récentes de 2007, numériques et géoréférencées (Québec 2007), et les images satellites, dont celles de Google Earth (et dans une moindre mesure Bing), vont servir également à cartographier la réalité terrain et à localiser les surfaces qui pourraient posséder un potentiel microclimatique.

2.4 Outils

C'est à l'aide de SIG que l'analyse est effectuée. Le SIG MapInfo a permis de réaliser toutes les cartes d'utilisation du sol : par exemple l'inventaire cartographique (sur le terrain) des cultures ainsi que son expression sous forme de cartes; la confection de la carte générale d'utilisation du sol; le résultat de l'interprétation des photos actuelles pour délimiter les modes d'utilisation du sol ou encore les photographies aériennes anciennes pour déterminer l'extension passée des terres agricoles. La base d'information montée dans MapInfo a été transférée dans ArcGis afin de procéder à des analyses subséquentes. C'est dans ce dernier système que la base de données complète a été construite. On y a procédé à des analyses thématiques, à des analyses spatiales, à l'élaboration de modèles spatiaux ainsi qu'à des propositions d'aménagement.

Plusieurs modules additionnels nommés « extensions » peuvent être utilisés avec ArcGis, modèles qui donnent accès à des fonctions et à des opérations complexes. Dans le cas qui nous intéresse, l'application « Spatial Analyst » sera requise. Comme son nom l'indique, elle est dotée de nombreuses possibilités. Elle permet de calculer l'inclinaison et l'orientation des pentes, de calculer la distance de chaque point du territoire à l'étude par rapport à la rive du Saguenay et surtout de pouvoir mettre en combinaison et en relation spatiale toutes les variables utiles à la recherche. Le SIG ArcGis a permis de créer également un modèle cartographique du rayonnement solaire. Ainsi, la municipalité de Saint-Fulgence est quadrillée en près d'un million de cellules de 10 mètres sur 10 mètres pour lesquelles une valeur tantôt discrète tantôt discontinue a été attribuée. Ces valeurs ont leur utilité lors de nombreux calculs. Finalement, le SIG devient un outil d'aide à la décision utile aux responsables de l'aménagement du territoire.

2.5 Produit final

Le produit est constitué essentiellement d'un rapport de recherche (celui que vous avez sous les yeux). Il est composé de textes explicatifs, de nombreuses cartes, de tableaux et de diagrammes. Cependant, le laboratoire (LERGA) se réserve la possibilité de fournir des cartes à grande échelle et la diffusion d'information chiffrée ou numérique.

La démarche utilisée pour dégager les microclimats à Saint-Fulgence est exportable. Autrement dit, il est possible de l'adapter à d'autres municipalités, à d'autres territoires, à d'autres régions. L'ultime finalité correspond, dans un premier temps, à la constitution d'une démarche méthodologique et à un outil d'évaluation des ressources et, dans un deuxième temps, à des propositions de développement local et à des pistes d'aménagement rationnel du territoire de la municipalité.

3. RELEVÉ DE L'UTILISATION DU SOL AGRICOLE

3.1 Buts

La cartographie de l'utilisation agricole à Saint-Fulgence s'intègre dans une démarche d'analyse de l'espace géographique de manière à déterminer les lieux de potentiel microclimatique pour l'agriculture. Ainsi, dans un premier temps, une description des activités et leur localisation s'imposent. Il s'agit ni plus ni moins du portrait détaillé de ce qui se passe en termes agricoles dans la zone à l'étude.

L'hypothèse que nous émettons ici consiste à affirmer que les parcelles d'utilisation du sol qui supportent des cultures plus exigeantes sur le plan climatique (chaleur, ensoleillement) sont un signe de la présence de microclimats favorables à l'horticulture.

Une sous-hypothèse s'exprimerait ainsi : la concentration dans une même zone géographique de pratiques horticoles contribue à définir et à délimiter un terroir particulier.

L'herbe pousse partout dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Mais, qu'en est-il de l'horticulture? À notre avis, les endroits où l'on trouve des cultures particulièrement exigeantes en termes climatiques comporteraient des conditions qu'il faut décrire davantage et dont il faut aussi déterminer leur extension géographique.

Ainsi, c'est à partir du dégagement des conditions dans lesquelles sont pratiquées les différentes formes d'activité agricoles (c'est ce que les forestiers appelleraient « la station ») que l'on pourra découvrir la combinaison des paramètres physiographiques présents. Celle-ci servira à

élaborer un modèle, une représentation cartographique, non seulement pour expliquer l'utilisation actuelle du sol, mais aussi pour extrapoler géographiquement la présence de ces mêmes conditions ailleurs dans la zone étudiée.

3.2 Méthodologie

3.2.1 Temps

Deux opérations ont été effectuées. La première correspond à la cartographie de l'espace agricole, défriché, cultivé et en pâturages en 1964. Cette cartographie a été réalisée à partir de l'interprétation de photos aériennes monochromes à l'échelle du 1/ 15 840. On n'y distingue que les aires apparaissant comme vraiment agricoles (labourées, cultivées, pâturées), puis ce qui se présentait comme de jeunes friches ou des pâturages naturels.

La seconde, qui a consisté à inventorier l'utilisation actuelle du sol et à appliquer les questionnaires, a été menée sur le terrain à partir de mars jusqu'à juillet 2014, et correspond à ce qui était cultivé en 2013. Ont servi de supports cartographiques les photographies aériennes de 2007 (Québec 2007) et les images de Google Earth.

3.2.2 Territoire

La zone étudiée prend la forme d'un corridor de 3 km en bordure nord de la rivière Saguenay et s'étend sur une longueur de 22,4 km, soit 67,2 km². Cela ne fait pas intervenir la partie aquatique de la rivière ni l'estran, ce qui correspond à 17 % de la superficie totale de la municipalité. La largeur de cette bande a été déterminée grâce à nos premiers contacts avec des citoyens avertis et à la suite des premières observations sur la localisation des champs où l'on pratiquait l'horticulture. Ainsi, il a été établi que tout se passe à moins de 3 km de la rivière Saguenay.

3.2.3 Cueillette de l'information

Lors de visites sur le terrain, un questionnaire a été adressé à la plupart des personnes interrogées, soit près d'une quarantaine. Ce questionnaire comprenait des dizaines de questions permettant notamment de faire la liste des denrées produites. Grosso modo, on y retrouvait les coordonnées du participant ainsi que les terres qui étaient : 1) en grandes cultures et en pâturages, 2) en légumes, 3) en fruits, 4) en petits fruits, 5) en vignes, 6) en arbres fruitiers et 7) en arboriculture. Ont été également cartographiées les surfaces en friche, en pelouse, en plantations d'arbres commerciaux, et les aires habitées et construites. S'ajoutaient parfois quelques détails sur la perception locale de microclimats. Afin de décrire dans quel environnement social se trouvaient les parcelles, nous avons indiqué dans l'inventaire si elles étaient serties dans un espace construit (dans le village, par exemple). Seule une dizaine de parcelles ont été décrites comme étant essentiellement construites et sans productions agricole ou arboricole.

Couplé à cela, il y avait un mini-atlas imprimé à grande échelle (fait à partir d'images Google Earth) dans lequel furent tracées les limites des aires des différents modes d'utilisation du sol.

3.2.4 Choix des participants

Les critères employés pour déterminer les participants étaient simples. Il s'agissait uniquement qu'ils soient producteurs agricoles ou ayant sur leur propriété des jardins potagers, qu'ils produisent des fruits ou des petits fruits, qu'ils aient de la vigne ou des arbres fruitiers et qu'ils pratiquent de l'arboriculture. Quelques fois, seule l'observation sur le terrain était nécessaire, sans que l'on sache vraiment qui en était le propriétaire.

Le répertoire des producteurs agricoles ou arboricoles a été facile à trouver sur le Web. Cela a été un bon départ pour planifier la liste des rencontres. Puis, à mesure que les entrevues progressaient, le nom d'autres participants s'ajoutait, faisant boule de neige. Il est à noter que quelques exploitations agricoles ou arboricoles possèdent des sites Internet où sont listées les productions. Mentionnons également que la recherche a reçu l'aval du Comité d'éthique de l'Université du Québec à Chicoutimi. La collaboration remarquable de M. Pierre Morissette mérite d'être soulignée.

3.2.5. Questionnaire

Avant d'aller plus loin, quelques précisions sur la qualité de l'information recueillie s'imposent. Le questionnaire détaillé comprenait les grandes catégories mentionnées plus haut. Nous nous sommes intéressés uniquement à la localisation et à la superficie des champs, et pas du tout aux volumes de production. Par contre, pour les exploitations commerciales, nous avons une bonne idée de la destination des denrées produites : marchés régionaux d'alimentation, kiosques à la ferme, agriculture soutenue par la communauté, consommation personnelle, etc.

Les grandes cultures et les pâturages : il était relativement facile de recueillir l'information sur cette catégorie, d'autant plus que les participants nous pointaient les parcelles avec facilité et qu'il était aisé de les repérer sur le terrain de même que sur les images Google Earth et sur les photographies aériennes par la couleur et la texture graphique. Les grandes cultures se résument aux fourrages, aux céréales (orge, avoine), au maïs pour animaux, aux engrais verts. Ont été inclus dans la catégorie des pâturages, les pâturages améliorés, les pâturages en rotation et les pâturages « naturels » pourvu qu'ils soient utilisés à des fins agricoles. La taille moyenne des champs en grandes cultures et en pâturages est de 0,92 ha et celles des parcelles en horticulture est de 0,63 ha. On verra plus loin une série de photographies illustrant les différentes formes de l'utilisation agricole des sols.

Le sens donné à parcelle est simple : il s'agit d'une aire spatiale homogène sur le plan physiographique ou comportant une culture spécifique ou un mode particulier d'utilisation du sol.

Par exemple, un lot qui était cultivé uniformément pouvait être subdivisé si les conditions de pentes variaient sur sa surface. Aussi, un champ uniforme en matière de relief pouvait être subdivisé en parcelles s'il supportait des cultures différentes. La taille moyenne des parcelles en horticulture est de 0,63 ha et celle de champs en grandes cultures et en pâturages de 0,92 ha.

Les légumes : les légumes ont été regroupés en une seule catégorie. Cependant, tous les noms de légumes présents dans la parcelle ont été recueillis de manière à observer leur variété en général et la diversité dans une même exploitation. Cela a été effectué systématiquement pour les entreprises commerciales et quelques fois pour de plus petites. En ce qui concerne les jardins potagers privés, le relevé en détail n'a pas été réalisé. Il faut signaler que l'on n'a pas jugé bon de délimiter les diverses cultures dans une même parcelle, car il y a une telle alternance dans les champs que l'opération devenait difficile. Malgré tout, un simple regard sur le tableau 6 révèle une assez grande diversité de légumes parmi lesquels les carottes, les gourganes, l'ail, les betteraves et le maïs s'imposent.

(f)	Légumes	(f)	Légumes
1	Gombos, patates douces.	8	Choux raves, fèves, oignons, pommes de terre, rutabagas.
3	Tomatillos, cerises de terre.	9	Courges, haricots.
4	Artichauts, fenouil.	10	Petits pois, laitues.
5	Aubergines, brocolis, cornichons, échalotes, épinards, piments, topinambours.	11	Ail, betteraves, maïs.
6	Asperges, blettes, concombres, courgettes, pois mange-tout, radis.	12	Gourganes.
7	Céleris-raves, citrouilles, panais, poireaux, poivrons, tomates.	14	Carottes.

Tableau 6 : Nombre de mentions de la culture de légumes

Les petits fruits : la culture de petits fruits n'apparaît généralement pas seule. On la trouve le plus souvent avec les légumes ou les autres cultures. Les framboises et les fraises occupent le haut du pavé. Voir la liste ci-dessous au tableau 7.

Les fruits : Cette catégorie comprend les fruits qui croissent au sol ou près du sol. Ils sont surtout présents dans les exploitations commerciales. Parmi ce qui a été inventorié, il y a trois mentions pour chacune des catégories : cantaloups, kiwis et rhubarbe (que nous avons considérée comme un légume-fruit).

La vigne : Nous nous sommes investis grandement dans le relevé des lieux où les gens cultivaient la vigne. Dans la plupart des cas, il s'agissait de quelques plants près de la maison, avoisinant un potager ou des arbres fruitiers. C'est presque toujours une production à petite échelle et pour une consommation personnelle. Sauf en de rares occasions, comme les producteurs de plants et quelques mordus, les amateurs ne connaissent pas la variété qu'ils produisent; ce qu'ils savent, c'est qu'il est bleu ou vert et qu'il est bon. Les variétés qui ont été signalées sont les suivantes : Beta, Blue Bell, Cayuga, Chicot, Himrod, Prairie Star, Sainte-Croix, Fredonia, Frontenac, Germanica, Minessota, Valiant, Ontario, Niagara, Delisle, Vandal-Cliche.

(f)	Légumes	(f)	Légumes
2	Bleuets.	10	Fraises.
3	Camerises, groseilles.	19	Framboises.
5	Cassis.		

Tableau 7: Nombre de mentions de la culture de petits fruits

Les arbres fruitiers: Une insistance particulière a été accordée à l'inventaire des arbres fruitiers. En plus des pommiers, des pruniers, des poiriers, des pêchers et des pommetiers, une bonne variété d'autres arbres a été observée. Il y a peu de grands vergers. La plupart des endroits où le nombre s'élève correspondent à des pépiniéristes où bon nombre d'arbres ne sont pas en production comme telle. Les pommetiers, quant à eux, n'ont pas été inventoriés totalement, car la distinction entre les pommetiers décoratifs et ceux produisant des fruits devant être transformés en confiture ou en gelée était difficile; de toute manière, les pommetiers sont très peu présents dans la région à l'étude. Il est à souligner que plusieurs autres arbres fruitiers ont été répertoriés et vus sur le terrain. Ne mentionnons que les cognassiers, les mûriers rouges et quelques abricotiers.

L'arboriculture: Nous nous sommes concentrés sur les endroits qui nous ont été signalés par le bouche-à-oreille. À ce propos, nous remercions grandement les quelques passionnés de la production et ceux qui voient à la diffusion de plants. Aussi, nous n'avons pas la prétention d'avoir repéré tous les lieux où les arbres relevant de l'arboriculture sont présents. Rappelons que l'arboriculture se distingue de la plantation à grande

échelle d'espèces usuellement vues comme commerciales sous nos latitudes (ex. : épinettes noires, pins blancs, rouges et gris, etc.). Là encore, le nombre d'arbres et la variété des espèces dans une parcelle jouent énormément: de plusieurs dizaines à un seul individu. La liste des arbres présents sur le territoire peut être consultée sur les sites Internet des entreprises; en voici un échantillon : noyers, noisetiers, chênes, châtaigniers, marronniers, charmes de Caroline, ostryers.

3.2.6 Détail cartographique

L'unité spatiale utilisée pour le découpage des aires d'utilisation du sol sera appelée parcelle. Celle-ci correspond toujours à une station homogène sur le plan physiographique. Par exemple, et comme nous l'avons vu plus haut, un lot de grandes cultures pourra être subdivisé en plusieurs parcelles s'il est composé de terrasses bien définies. Cette façon de procéder va permettre de bien connaître les conditions physiographiques liées à une activité agricole particulière.

3.2.7 Représentation complète

Le relevé de 2013 est-il complet? A-t-on localisé tous les pommiers, tous les jardins potagers? Évidemment non. Cependant, nous avons la conviction que l'inventaire est suffisamment détaillé pour que l'on puisse en tirer des enseignements utiles.

3.2.8 Constitution de la base de données

Le tableau complet comprenant l'information a été monté dans le tableur Excel, soit une matrice de près de 400 parcelles (lignes) et de 300 caractéristiques (colonnes). Chaque parcelle a reçu un numéro d'identification dont les trois premiers caractères correspondaient à un participant et les trois autres à une parcelle, par exemple E01P01. Cela permettait de pouvoir regrouper toutes les parcelles d'un même participant (E01) et de reconstruire notamment l'ensemble de l'exploitation agricole (E01P01, E01P02, etc.). L'information relative à l'utilisation du sol a été codée en mode binaire : présence ou absence. Cependant, en ce qui concerne les arbres fruitiers, nous avons cru bon également d'en indiquer le nombre d'individus.

Il est à souligner que, bien des fois, une parcelle pouvait supporter plusieurs modes d'utilisation du sol; cela arrivait souvent dans de petites parcelles où se côtoient, par exemple, des légumes, des petits fruits, de la vigne, des arbres fruitiers. Cela, comme on le verra au cours de l'analyse, doit être pris en considération spécialement quand il sera question de déterminer les surfaces pour chaque mode d'utilisation du sol.

Parallèlement à la confection de la base de données descriptive s'effectuait la confection de la base de données de localisation. Le système MapInfo nous a été utile. Le repiquage de l'information cartographiée depuis le mini-atlas, dont on a parlé antérieurement, a été réalisé en retraçant à la main par numérisation les contours des entités tout en transférant l'identification de toutes les parcelles. Les photographies aériennes corrigées de 2007 ont servi de couche repaire pour bien suivre les contours des parcelles en question. Le système de cartographie qui a été mis au point est alors composé d'une information localisée sous forme d'aires associées à une base descriptive (importée depuis Excel) et dans laquelle ont été ajoutés automatiquement trois champs de géométrie : la superficie, le centroïde de chaque parcelle et les coordonnées en longitude et en latitude. Bref, tout est maintenant prêt pour l'analyse cartographique de l'information.

4. ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DES CULTURES

L'analyse cartographique a pour but de montrer la répartition spatiale de l'information : nombre, étendue, concentrations, alignement, etc. Elle se combine aussi à des hypothèses explicatives liées aux conditions biophysiques, à l'hydrographie, aux infrastructures, à l'occupation humaine, etc.

Dans un premier temps, il y a la présentation des catégories d'utilisation du sol d'une manière détaillée. Puis, dans un deuxième temps, une synthèse par zones de territoire est effectuée.

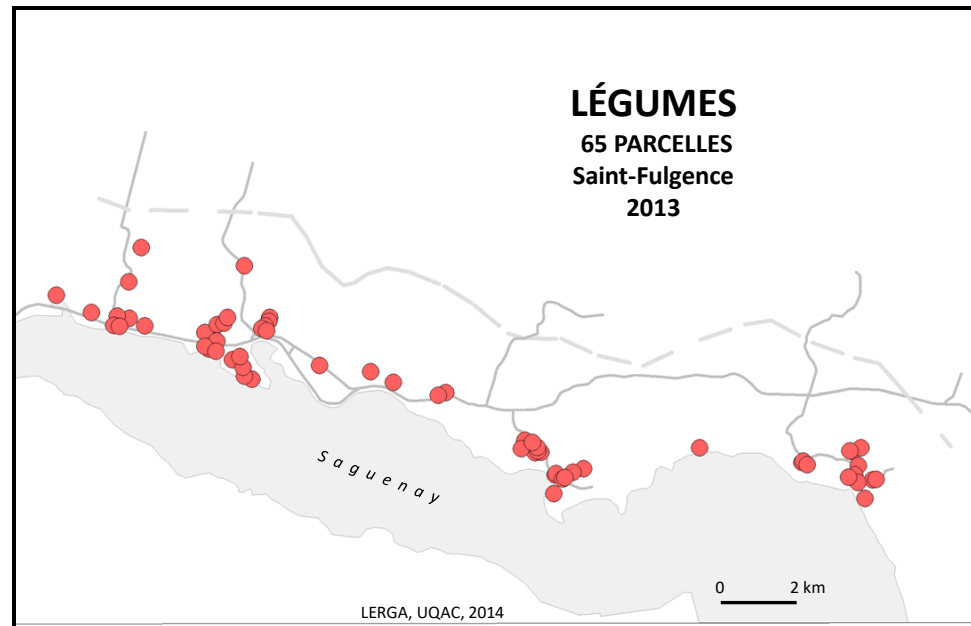
Sur les cartes détaillées apparaissent des points localisés au centre des parcelles. Ils indiquent la présence de telle ou telle production. En ce qui concerne les arbres fruitiers, s'ajouteront les cercles de taille proportionnelle au nombre d'arbres en question. Il faut se rappeler qu'une même parcelle peut être cartographiée à plus d'une reprise quand elle comporte plusieurs cultures différentes.

Comme l'étude concerne particulièrement les microclimats, il vaut mieux commencer par les usages agricoles ou arboricoles qui représentent un aspect plus « sophistiqué » de l'agriculture qu'est l'horticulture. Les usages plus habituellement répandus ou « marginaux » suivent. Il est à noter que quelques dizaines de photographies prises sur le terrain apparaissent en bloc à la suite de la section 4.2.2.

4.1 Analyse détaillée

4.1.1 Légumes

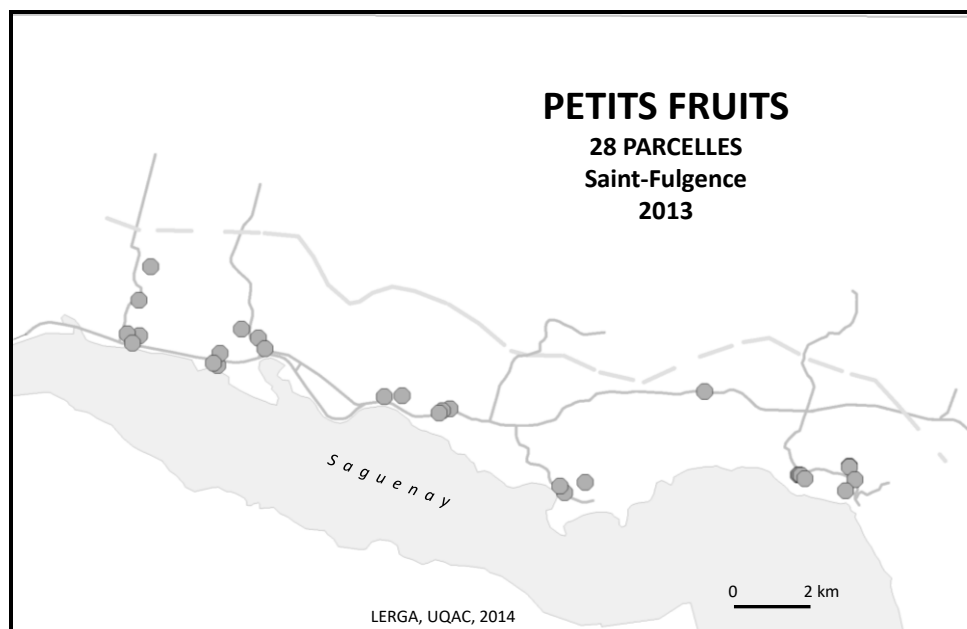
Le nombre de parcelles produisant des légumes s'élève à 65. Ces parcelles constituent une sorte de chapelet (une forme usuelle dans le territoire comme on le verra pour d'autres cultures) longeant la rivière Saguenay. En général, elles forment des grappes distinctes : rivière Valin, ouest du village, Pointe-aux-Pins et Anse-à-Pelletier (carte 5). Les groupements correspondent en général à des exploitations agricoles commerciales. Les parcelles isolées sont constituées généralement de jardins potagers.



Carte 5 : Parcelles comportant des légumes

4.1.2 Petits fruits

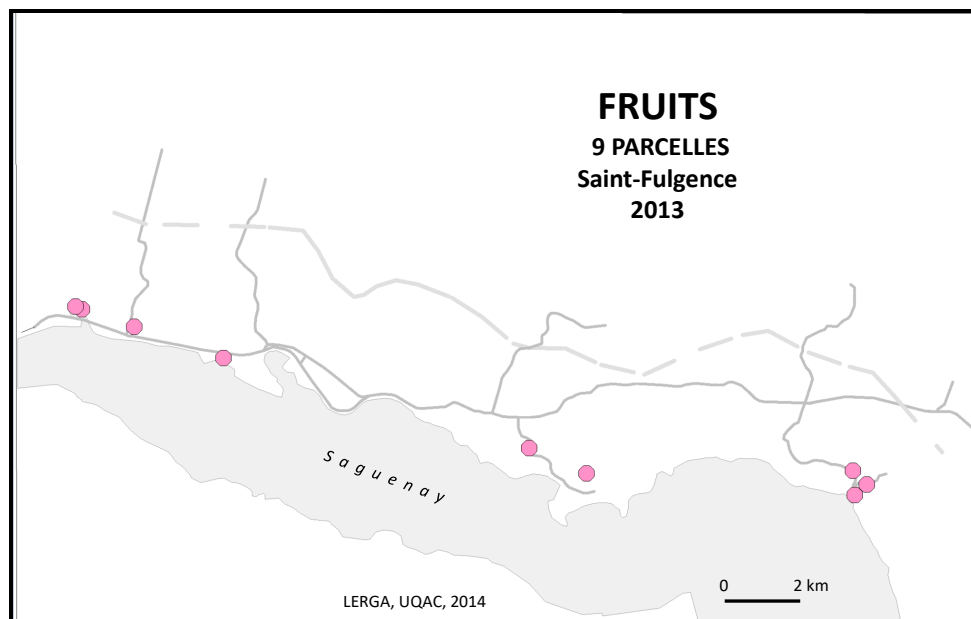
La culture de petits fruits comprend surtout les fraises et les framboises ainsi que certaines autres productions. Cette culture est très souvent combinée à d'autres productions agricoles. C'est sans doute pour cela, bien qu'elles soient relativement disséminées, que la répartition spatiale épouse sensiblement celle des légumes (carte 6). Il y a 28 parcelles.



Carte 6 : Parcelles comportant des petits fruits

4.1.3 Fruits

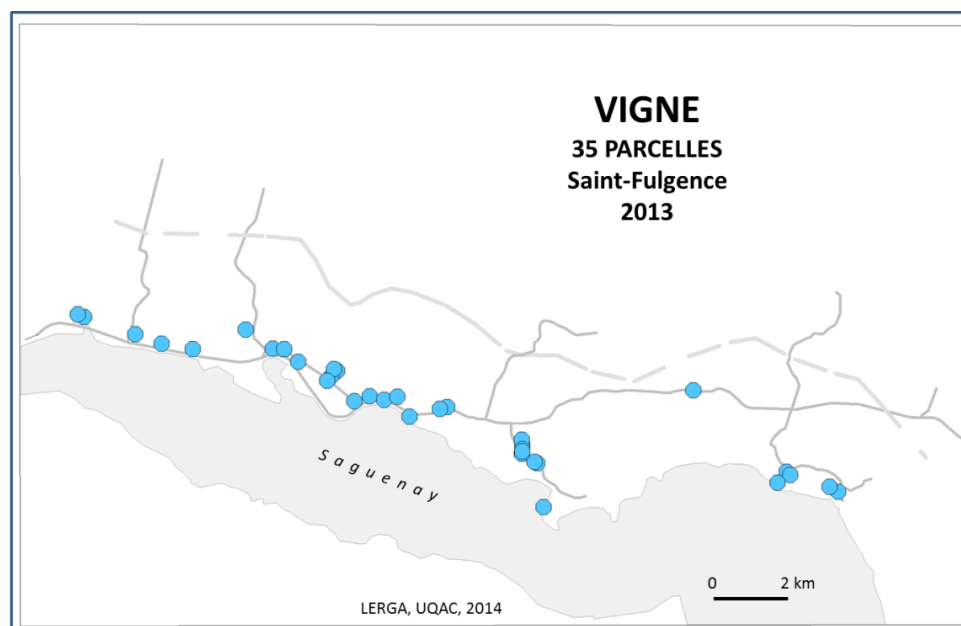
La culture des fruits n'est pas tellement répandue sur le territoire. On ne compte que neuf parcelles réparties le long du corridor à l'étude. La seule et timide concentration est localisée à l'Anse-à-Pelletier (carte 7).



Carte 7 : Parcelles comportant des fruits

4.2.4 Vigne

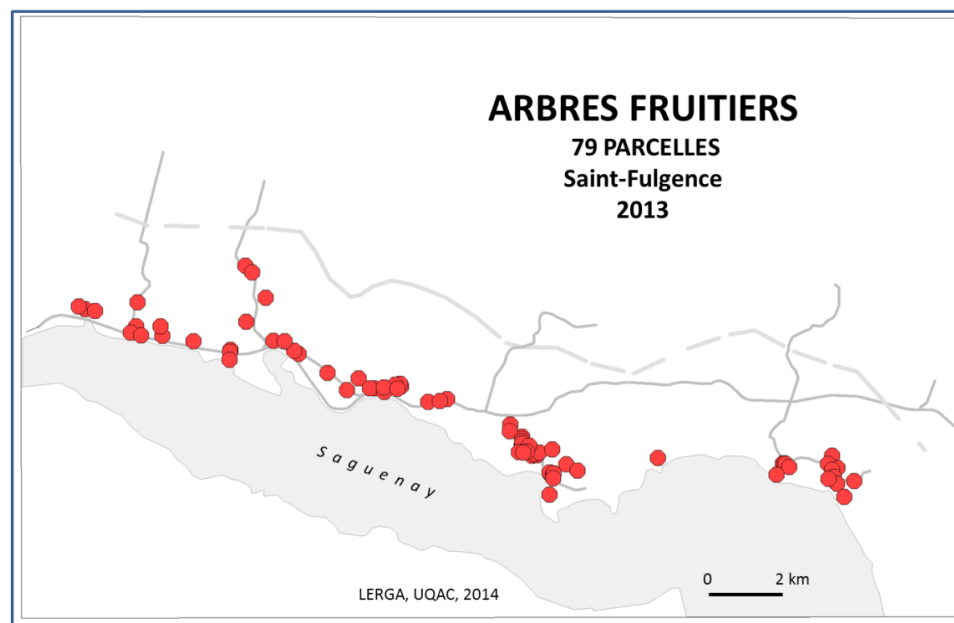
Les parcelles comprenant de la vigne sont au nombre de 34. En général, ce sont de petites surfaces de quelques mètres carrés à côté de la maison. Il y a malgré tout une exception en bordure nord de l'espace bâti du village. En effet, deux grandes parcelles d'une même exploitation couvrant 2,5 hectares correspondent à un vignoble à l'abandon, mais dont les ceps tiennent encore debout. Il y a 35 parcelles où l'on cultive de la vigne. Leur répartition spatiale épouse un alignement passablement régulier et continu avec une légère concentration au village (carte 8).



Carte 8 : Parcelles comportant de la vigne

4.1.5 Arbres fruitiers

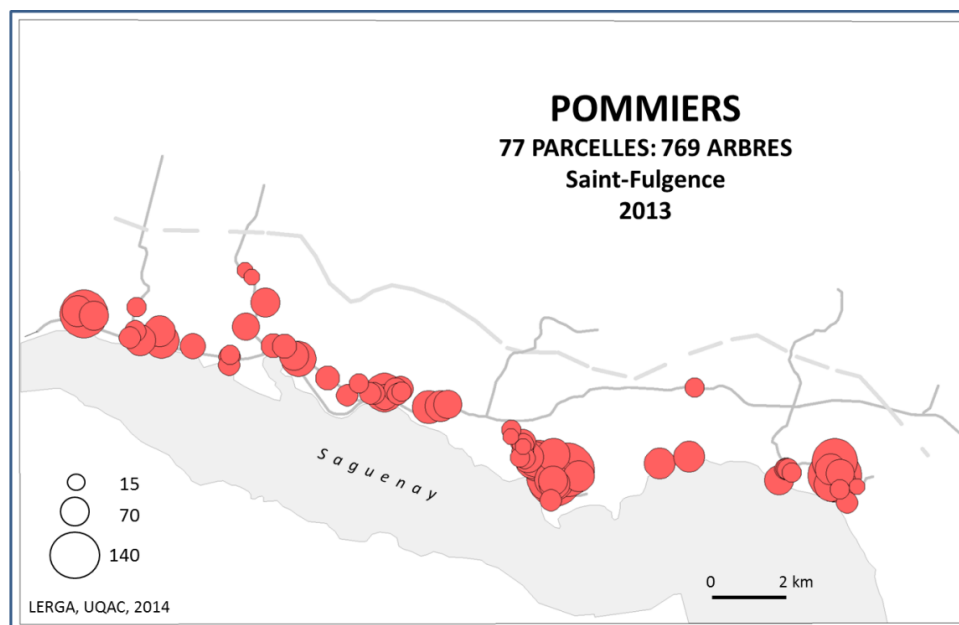
Les vergers sont constitués de pommiers en général, mais aussi de pruniers, de poiriers, de cerisiers et, en de rares cas, de pêchers et d'abricotiers; au total, il y a 1 552 arbres. La plupart du temps, ils se côtoient dans le même champ. Ils se répartissent le long de la côte sous une forme d'alignement partant de la rivière Valin et allant jusqu'à l'est du village (carte 9). Ailleurs, apparaissent deux concentrations : l'une sur le chemin de la Pointe-aux-Pins et l'autre à l'Anse-à-Pelletier. En tout, il y a 79 parcelles où l'on retrouve des arbres fruitiers. Le nombre d'arbres fruitiers par parcelle montre une grande variation. Cela va de 1 seul arbre jusqu'à 130. Il y a 33 % des parcelles qui comportent plus de 11 arbres. À l'opposé, les parcelles qui comprennent 100 arbres et plus ne forment que 5 % de l'ensemble. Comme on le verra dans les lignes qui suivent, la composition en termes de différentes productions place les pommiers au premier plan avec 49 % des arbres, suivis des pruniers avec 19 %, des poiriers avec 17 %, des cerisiers avec 7 %, des pêchers avec 1 %, des pommetiers avec 1 % alors que les autres essences s'élèvent à 7 %. Il est à remarquer que plus le nombre d'arbres est important dans une parcelle, plus il y a une grande variété d'essences.



Carte 9 : Parcelles comportant des arbres fruitiers

4.1.5.1 Pommiers

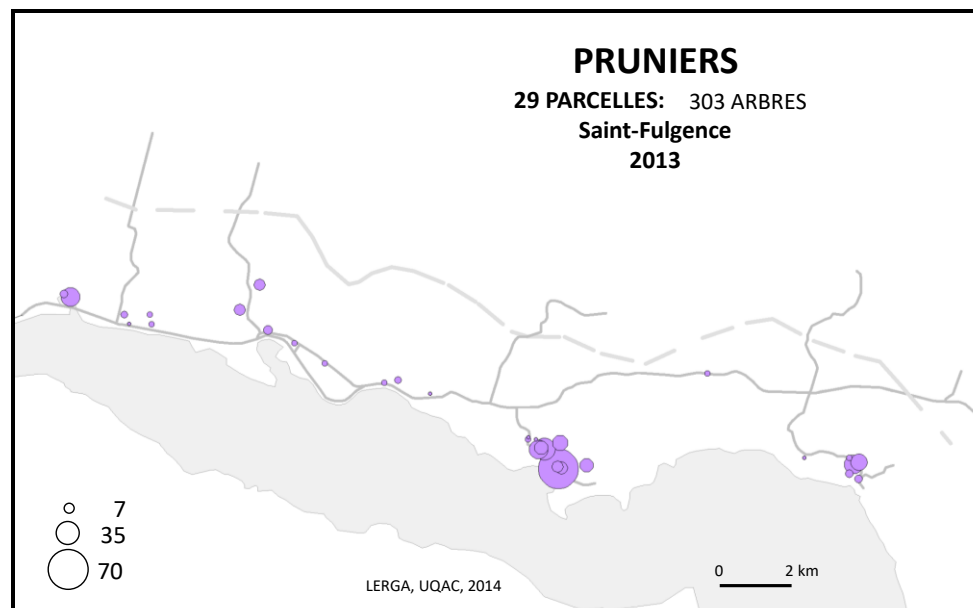
Les pommiers sont présents dans plus de 90 % des parcelles où il y a des arbres fruitiers. Leur répartition spatiale se calque bien sûr sur celle de tous les arbres fruitiers. La moitié des parcelles a moins de 5 pommiers; cependant, les parcelles les plus garnies atteignent la soixantaine. Au total, il y a 769 pommiers répartis dans 77 parcelles (carte 10).



Carte 10 : Nombre de pommiers dans les parcelles

4.1.5.2 Pruniers

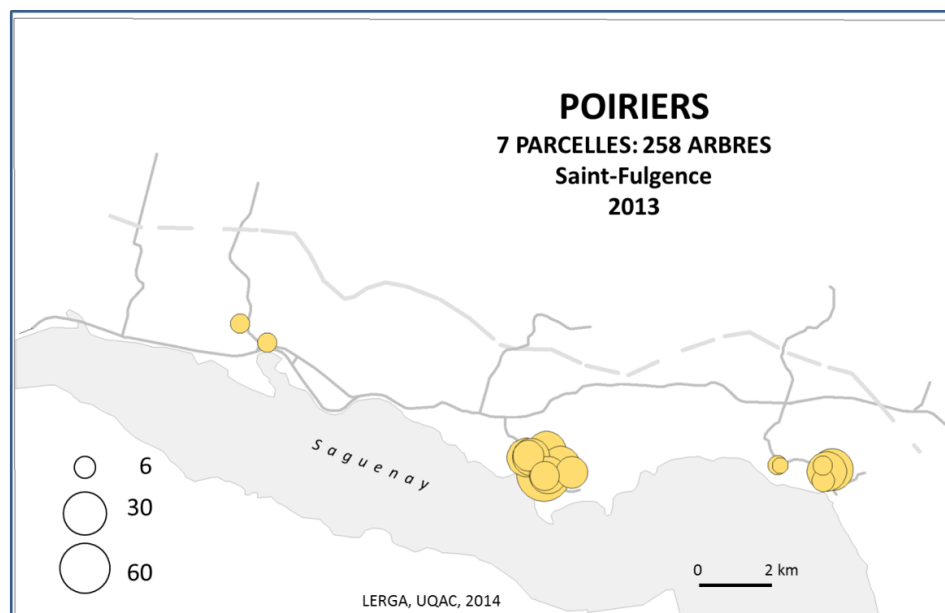
Les pruniers s'associent toujours aux pommiers. Leur distribution s'apparente alors à ce qui a été observé antérieurement. On compte 303 pruniers partagés entre 29 endroits. Les parcelles supportant 10 pruniers ou plus constituent 11 % de l'ensemble. Il y a seulement deux cas où leur nombre dépasse celui des pommiers (carte 11). Le nombre le plus élevé est de 72. La répartition des parcelles montre vraiment deux concentrations : d'abord, le chemin de la Pointe-aux-Pins et ensuite, l'Anse-à-Pelletier.



Carte 11 : Nombre de pruniers dans les parcelles

4.1.5.3 Poiriers

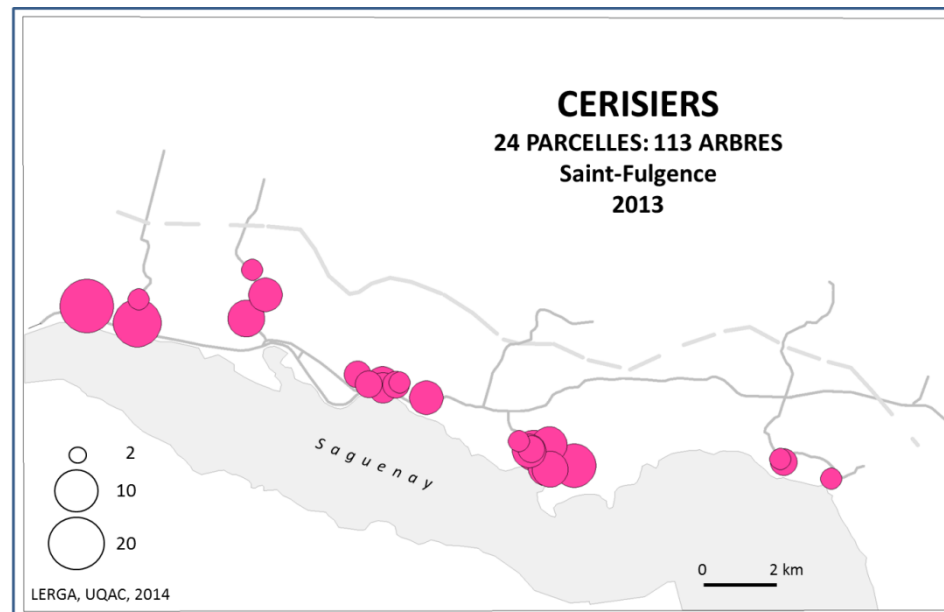
On compte 10 % des parcelles en arbres fruitiers qui possèdent plus de 10 poiriers. Le nombre le plus important s'élève à 58. Le total atteint 258 arbres. La répartition géographique est vraiment inégale et se concentre surtout le long du chemin de la Pointe-aux-Pins et aussi, dans une moindre mesure, à l'Anse-à-Pelletier (carte 12).



Carte 12 : Nombre de poiriers dans les parcelles

4.1.5.4 Cerisiers

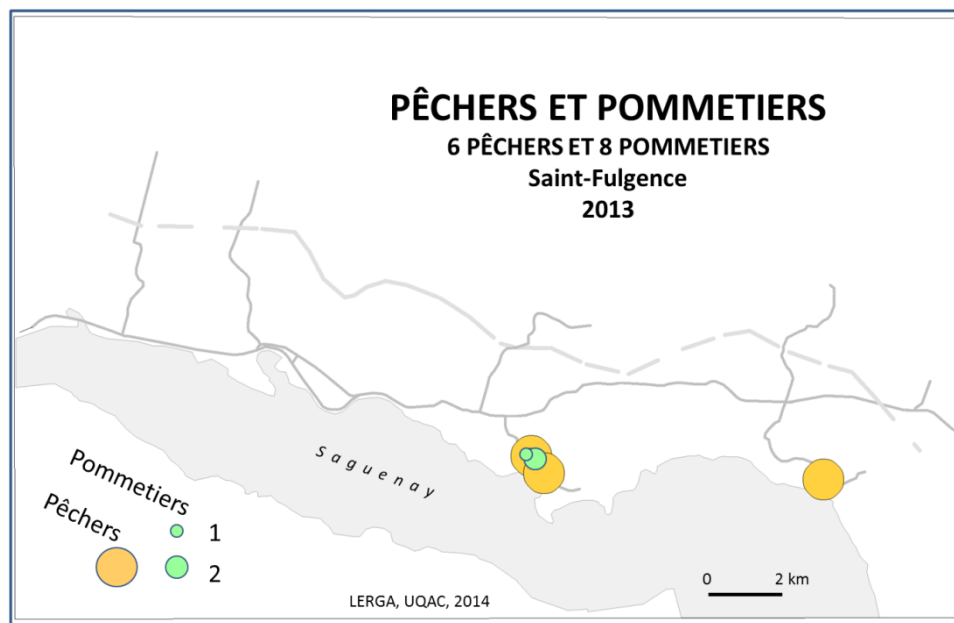
Le territoire à l'étude comprend 24 parcelles où il y a des cerisiers. Il y a 113 arbres, soit un peu moins de 5 arbres par entité (carte 13).



Carte 13 : Nombre de cerisiers dans les parcelles

4.1.5.5 Pêchers et pommiers

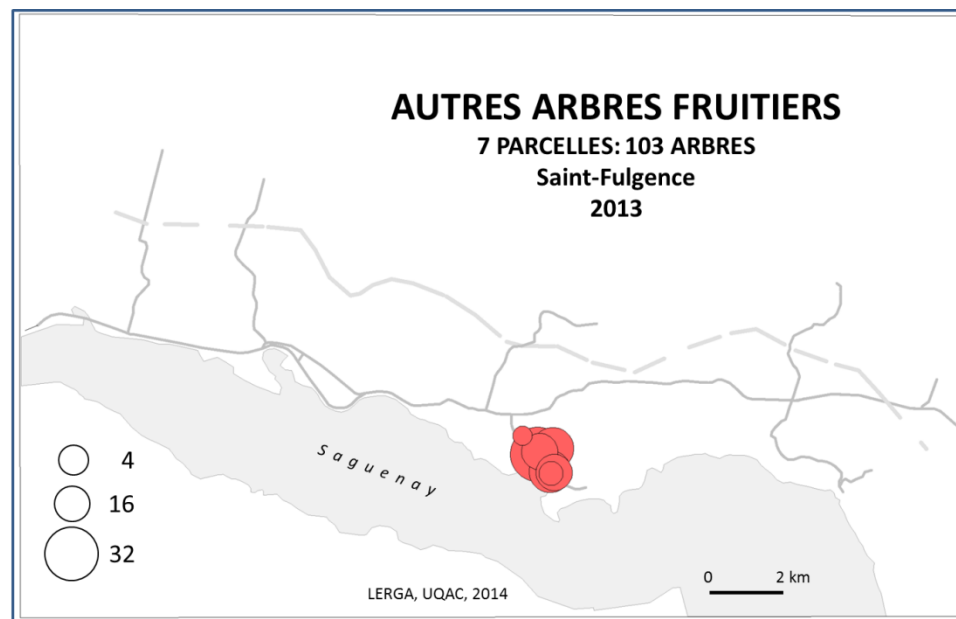
Les pêchers ne sont qu'au nombre de 6 alors qu'il y a seulement 8 pommiers. On les trouve essentiellement à la Pointe-aux-Pins et à l'Anse-à-Pelletier (carte 14).



Carte 14 : Nombre de pêchers et de pommiers dans les parcelles

4.1.5.6 Autres arbres fruitiers

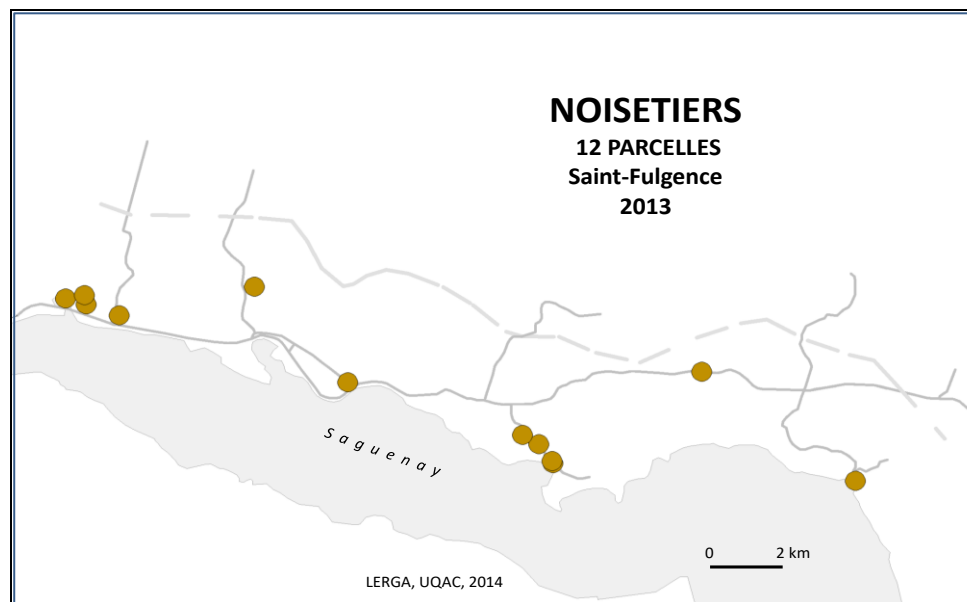
Tous les autres arbres fruitiers, au nombre de 103, sont groupés à la Pointe-aux-Pins et sont répartis dans 7 parcelles différentes (carte 15). Leur culture se concentrent principalement en une seule entreprise bien dynamique. (www.auxbonsjardins.com).



Carte 15 : Nombre d'autres arbres fruitiers

4.1.5.7 Noisetiers

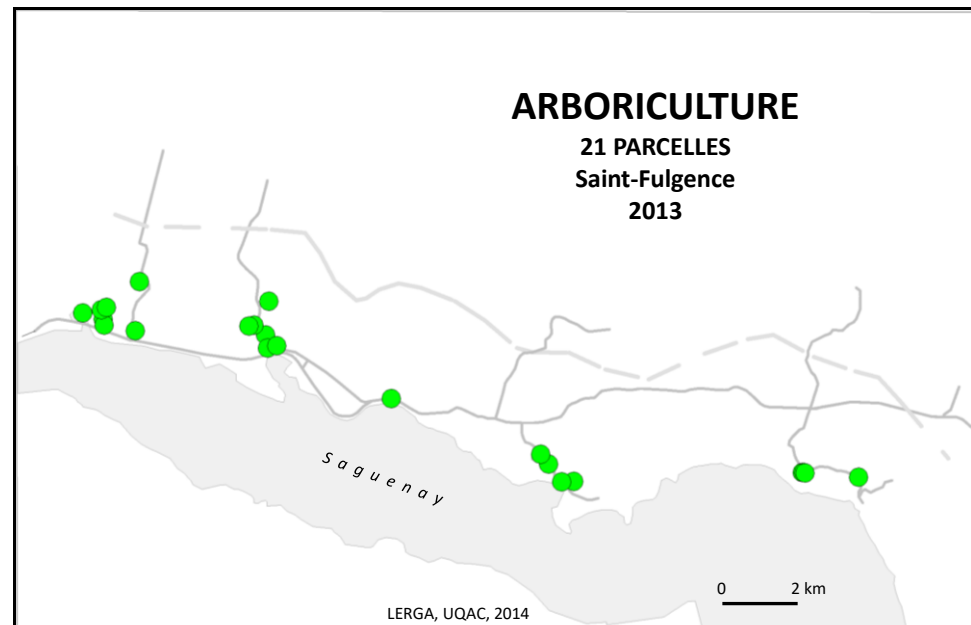
La culture des noisettes est en train de prendre un envol certain. Même s'il n'y a que 12 parcelles provenant de l'inventaire, il n'en reste pas moins qu'une exploitation, située près de la rivière Valin, devrait voir poindre prochainement ses premiers fruits provenant des 2 000 arbres nouvellement plantés (carte 16).



Carte 16 : Parcelles comportant des noisetiers

4.1.5.8 Arboriculture

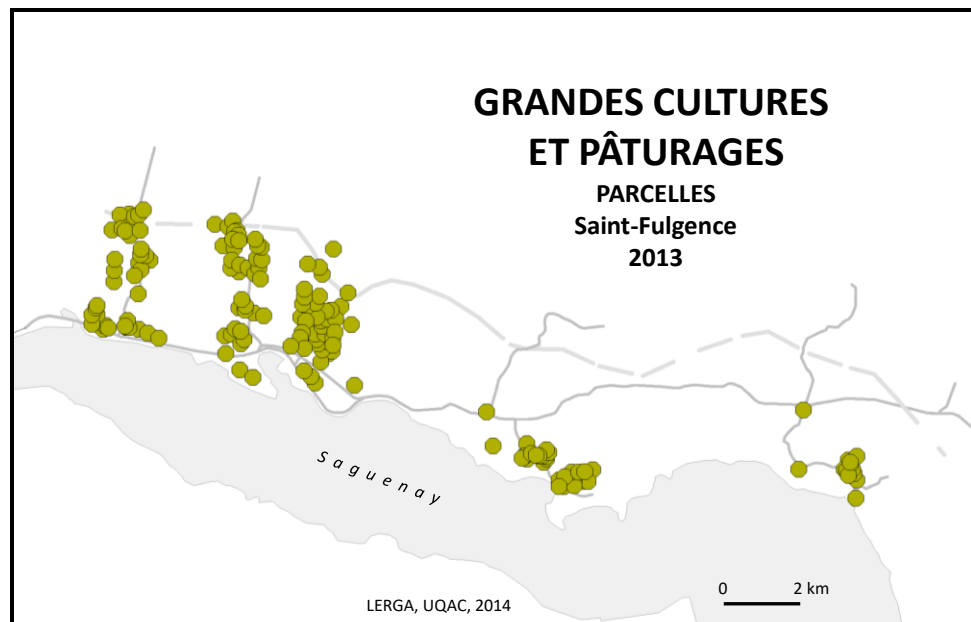
La présence d'essences arboricoles autres que celles qui font partie des plantations commerciales usuelles de la forêt boréale (épinettes noires, pins blancs, etc.) constitue aussi une indication de l'existence de microclimats. Dans le corridor à l'étude, il y a au moins trois entreprises, sortes de pépinières, qui s'adonnent sérieusement à la production de plants et qui agissent aussi comme diffuseurs d'arbres. Ce sont bien souvent des essences qui ne sont pas « indigènes » et que l'on trouve généralement dans des régions climatiques plus chaudes que celle du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Il y a 21 endroits où il est mentionné la présence d'arboriculture ou encore la présence d'essences plantées particulières. Il peut y avoir seulement quelques arbres sur un terrain privé ou encore plusieurs dizaines. Les noyers, en raison de la production de noix, constituent une essence répandue. Autrement, la liste est passablement longue (carte 17).



Carte 17 : Parcelles où est pratiquée l'arboriculture

4.1.5.9 Grandes cultures et pâturages

Les parcelles où l'on s'adonne aux grandes cultures et aux pâturages composent 41 % de toutes les parcelles agricoles avec un total de 160. Ces parcelles se situent en grande partie à l'ouest du territoire étudié formant ainsi trois blocs distincts allongés nord-sud (carte 18). Ces blocs correspondent aux routes rurales comme le rang Saint-Joseph et le rang Saint-Louis ou encore le versant comprenant le village lui-même. Ailleurs, les champs se regroupent à la Pointe-aux-Pins et à l'Anse-à-Pelletier.



Carte 18 : Parcelles en grandes cultures et en pâturages

4.2 Synthèse par zones géographiques

La cartographie en détail est utile pour connaître d'une manière précise la localisation de l'activité agricole. Cependant, pour avoir une vue d'ensemble et pour comprendre cette même information, il est intéressant de la reprendre sous deux aspects : l'un consiste à générer une vue d'ensemble; l'autre est de savoir comment se structure la production agricole.

La vue successive des cartes précédentes amène à dégager des zones, ou aires géographiques, qui se distinguent notamment en fonction de l'espace géographique et des distances, de la physiographie locale et aussi des activités agricoles qui y sont pratiquées. Huit zones apparaissent clairement (carte 19) :

- 1) la plaine littorale à l'est de la rivière Valin (zone qui sera nommée **Valin** dans les figures);
- 2) les basses terrasses de l'Anse-aux-Foins (zone baptisée **Foins**);
- 3) le village, soit une longue bande surtout urbanisée située sur une 2^e terrasse (zone baptisée **Village**);
- 4) l'Anse de la Pointe-aux-Pins, caractérisée par son amphithéâtre littoral (nommée **Pins**);
- 5) l'Anse-à-Pelletier complètement à l'est, sur une 2^e terrasse (appelée **Pelletier**);
- 6) la 3^e terrasse dans le rang Saint-Joseph (appelée **Joseph**);
- 7) la 3^e terrasse dans le rang Saint-Louis (appelée **Louis**);
- 8) les terrasses douces en haut du village (zone appelée **Pendant**).

ZONES AGROGÉOGRAPHIQUES

Saint-Fulgence



Carte 19 : Zones agrogéographiques

4.2.1 Cultures

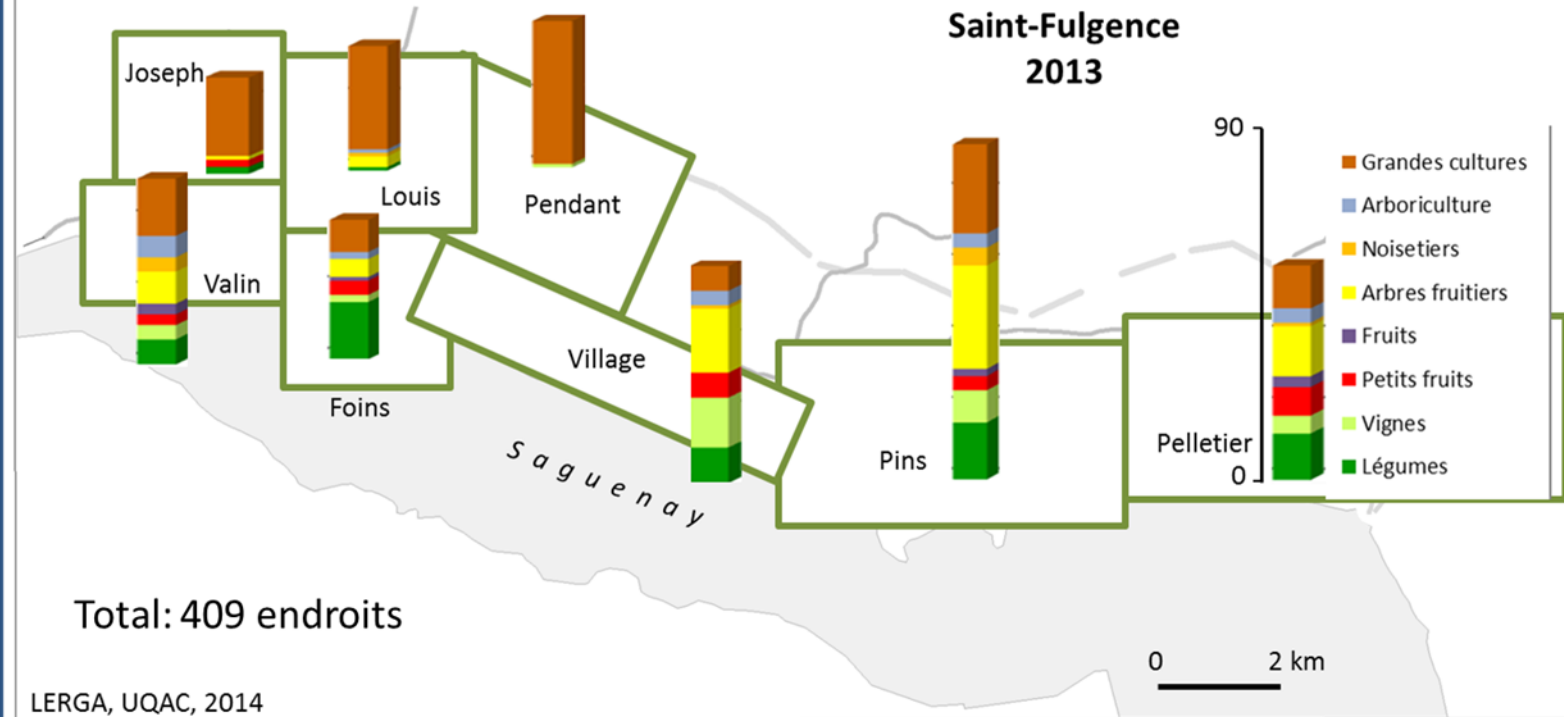
Le portrait de la fréquence des parcelles agricoles et arboricoles par zone agrogéographique se présente avec une grande variété. La carte 20 et le tableau 8 montrent la composition selon les principaux modes d'utilisation du sol. On y décèle facilement l'importance en nombre de la zone Pins avec 94 parcelles, suivie de Village et de Pelletier (61 et 60); les autres zones variant entre 27 et 52. Soulignons les points suivants : les plus grands nombres de parcelles en légumes se situent dans les zones Pins et Foins avec 16; la vigne se concentre au Village (14); les petits fruits à Pelletier (8); les arbres fruitiers à Pins (29); les noisetiers à Pins (7); l'arboriculture à Valin (6); et les grandes cultures et pâturages à Pendant (39). Il est à remarquer que le nombre d'endroits où il y a des cultures, telles que classées ici, s'élève à plus de 293 parcelles géographiques, car on se souviendra que souvent plusieurs cultures peuvent être présentes dans un même champ; en fait, on compte 409 endroits quand on les additionne toutes.

	Valin	Joseph	Louis	Pendant	Foins	Village	Pins	Pelletier	TOTAL
Légumes	7	2	1	0	16	10	16	13	65
Vignes	4	0	0	1	2	14	9	5	35
Petits fruits	3	2	0	0	4	7	4	8	28
Fruits	3	0	0	0	1	0	2	3	9
Arbres fruitiers	9	1	3	0	5	18	29	14	79
Noisetiers	4	0	1	0	0	1	5	1	12
Arboriculture	6	0	1	0	2	4	4	4	21
Grandes cultures	16	22	29	40	9	7	25	12	160
TOTAL	52	27	35	41	39	61	94	60	409

Tableau 8 : Nombre de parcelles en cultures par zone agrogéographique

CULTURES

PARCELLES PAR ZONE AGROGÉOGRAPHIQUE Saint-Fulgence 2013



Carte 20 : Structure des parcelles en cultures par zone agrogéographique

La composition interne de chaque zone révèle des proportions supérieures à 70 % de l'horticulture pour cinq zones : Village, Pelletier, Foins, Pins et Valin (diagramme 5) (tableau 9). Pour les trois autres zones, plus de 80 % des parcelles sont occupées par les grandes cultures et les pâturages. Une lecture en détail révèle, toutes proportions gardées, que c'est dans la zone Foins que les parcelles en légumes sont les plus présentes (41 %); les parcelles en vigne à Village (23 %); les petits fruits à Pelletier (13 %); les fruits (6 %), les noisetiers (8 %) et l'arboriculture (12 %) à Valin; les arbres fruitiers à Pins (31 %); et les grandes cultures et pâturages à Pendant (98 %).

Une autre lecture est également possible : celle montrant la composition à l'intérieur de chaque zone. Voici d'ailleurs quelques caractéristiques de chacune :

- les zones Joseph, Louis et Pendant se consacrent presque exclusivement aux grandes cultures et pâturages;
- la zone Foins est celle où les légumes prennent le haut du pavé;
- les zones Village et Pins comportent une forte proportion en arbres fruitiers;
- les zones Valin et Pelletier comprennent une forte proportion en arbres fruitiers et, en plus, présentent la plus grande diversité de cultures.

	Valin	Joseph	Louis	Pendant	Foins	Village	Pins	Pelletier	TOTAL
Légumes	13,46	7,41	2,86	0,00	41,03	16,39	17,02	21,67	15,89
Vignes	7,69	0,00	0,00	2,44	5,13	22,95	9,57	8,33	8,56
Petits fruits	5,77	7,41	0,00	0,00	10,26	11,48	4,26	13,33	6,85
Fruits	5,77	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	2,13	5,00	2,20
Arbres fruitiers	17,31	3,70	8,57	0,00	12,82	29,51	30,85	23,33	19,32
Noisetiers	7,69	0,00	2,86	0,00	0,00	1,64	5,32	1,67	2,93
Arboriculture	11,54	0,00	2,86	0,00	5,13	6,56	4,26	6,67	5,13
Grandes cultures	30,77	81,48	82,86	97,56	23,08	11,48	26,60	20,00	39,12

Tableau 9 : Pourcentages des parcelles en cultures par zone agrogéographique

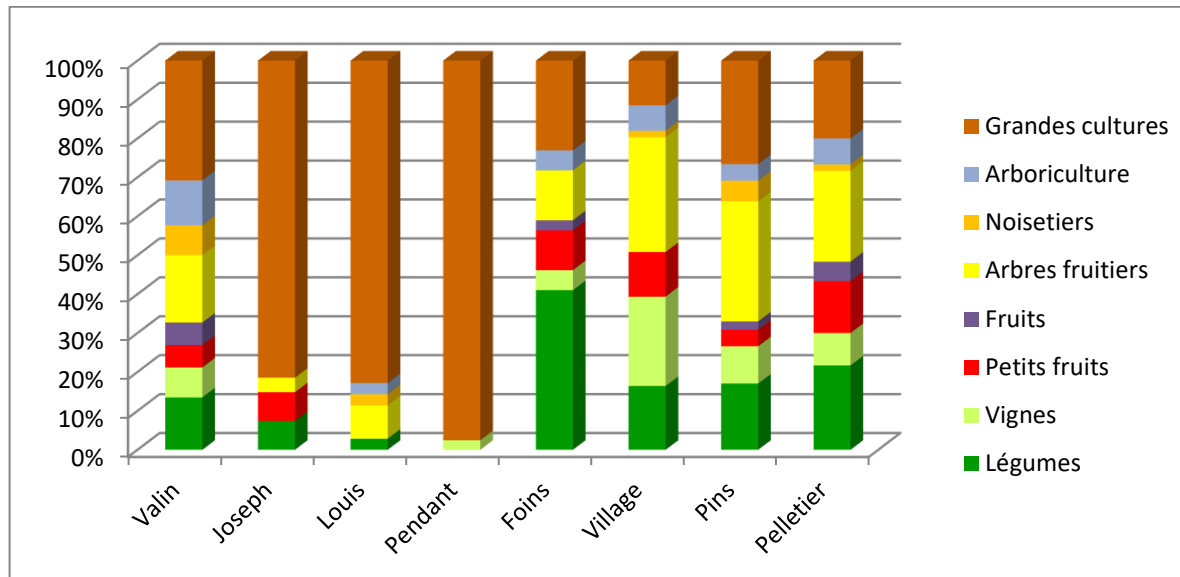


Diagramme 5 : Composition et structure en pourcentage dans les zones agrogéographiques

4.2.2 Arbres fruitiers

L'information qui a été recueillie sur les arbres fruitiers est nettement plus détaillée que la précédente dans la mesure où nous en avons inventorié le nombre.

Il y a en tout 1 552 arbres fruitiers dans la zone étudiée. En ordre décroissant les nombres vont ainsi : 769 pommiers (49 %), 303 pruniers (19 %), 258 poiriers (17 %), 113 cerisiers (7 %), 6 pêchers (6 %) et 103 autres arbres fruitiers (7 %). Le tableau 10 et les diagrammes 6 et 7 décrivent la composition de chaque zone et pour chaque culture : le bloc A présente les nombres; le bloc B, les proportions par zone; le bloc C, les proportions par culture. Voici les enseignements que nous pouvons en tirer. D'abord, considérons la composition par zone agrogéographique (blocs A et B) :

- la zone Pins représente à elle seule 57 % de tous les arbres fruitiers, soit 904 sur 1 552; ailleurs, il y a une présence moins évidente bien que l'on compte souvent plus de 100 arbres;
- presque partout, ce sont les pommiers, suivis des pruniers, qui tiennent le haut du pavé;
- c'est dans la zone Pins qu'il y a le plus de pommiers, le plus de pruniers, le plus de poiriers, de cerisiers et d'autres arbres fruitiers; c'est dans cette zone que les espèces sont le plus également réparties;
- toute proportion gardée et d'une manière significative, la zone Village l'emporte en ce qui a trait aux pommiers;
- les pruniers sont davantage présents dans la zone Pins, suivie de Pelletier;
- la zone Pendant n'a aucun arbre fruitier; il en va ainsi pour la zone Joseph.

Puis, si nous portons notre attention sur la structure des cultures (bloc C), voici ce qu'il est possible de dégager :

- chacune des catégories d'arbres fruitiers est en haut de la liste dans la zone Pins (de 40 % pour les cerisiers jusqu'à 98 % pour les autres arbres fruitiers);
- par ailleurs, 28 % des pommiers et 19 % des pruniers poussent respectivement dans les zones Pelletier et Valin;
- les poiriers se trouvent aussi à 21 % dans la zone Pelletier;
- les cerisiers prennent une place importante dans la zone Valin avec 31 %.

BLOC A	Valin	Louis	Foins	Village	Pins	Pelletier	Total
	Nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Pommiers	114	10	16	114	344	171	769
Pruniers	32	7	7	15	195	47	303
Poiriers	0	0	2	2	197	53	258
Cerisiers	35	5	6	18	45	4	113
Pêchers	0	0	0	0	4	2	6
Autres	0	3	0	0	98	2	103
Total	169	25	34	154	904	279	1 552
BLOC B	%	%	%	%	%	%	%
Pommiers	67,46	40,00	47,06	74,03	38,05	61,29	49
Pruniers	18,93	28,00	20,59	9,74	21,57	16,85	19
Poiriers	0,00	4,00	14,71	1,30	21,79	19,00	17
Cerisiers	20,71	20,00	17,65	11,69	4,98	1,43	7
Pêchers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,72	1
Autres	0,00	12,00	0,00	0,00	10,84	0,72	7
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100
BLOC C	%	%	%	%	%	%	%
Pommiers	18,78	1,65	2,64	18,78	56,67	28,17	100,00
Pruniers	10,56	1,65	1,65	3,54	45,99	11,08	100,00
Poiriers	0,00	0,39	1,94	1,00	76,36	20,54	100,00
Cerisiers	30,97	4,42	5,31	15,93	39,82	3,54	100,00
Pêchers	0,00	0,00	0,00	0,00	66,40	33,30	100,00
Autres	0,00	0,00	0,00	0,00	98,00	2,00	100,00

Tableau 10 : Structure de la présence des arbres fruitiers selon les zones agrogéographiques

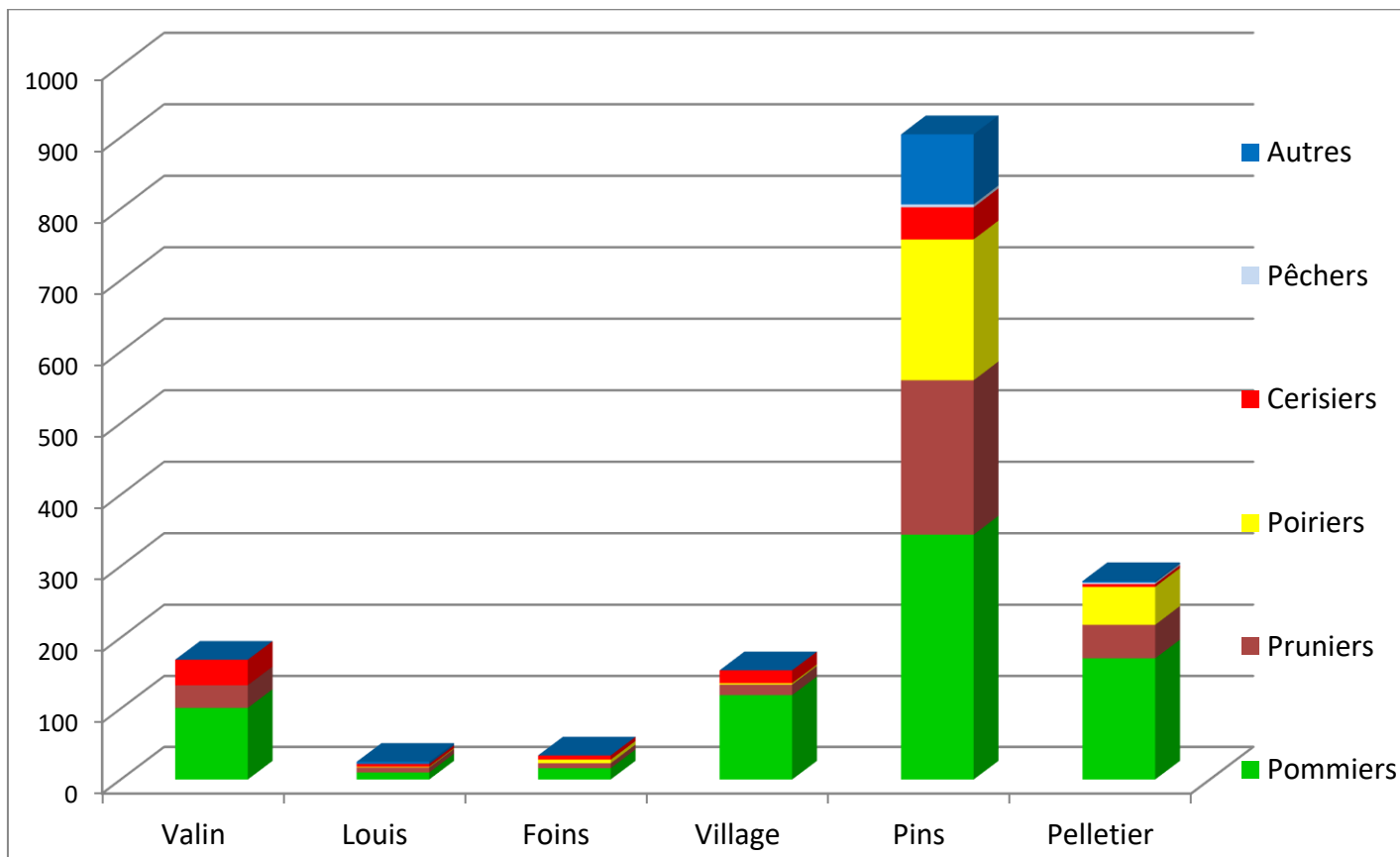


Diagramme 6 : Arbres fruitiers selon les essences par zone agrogéographique

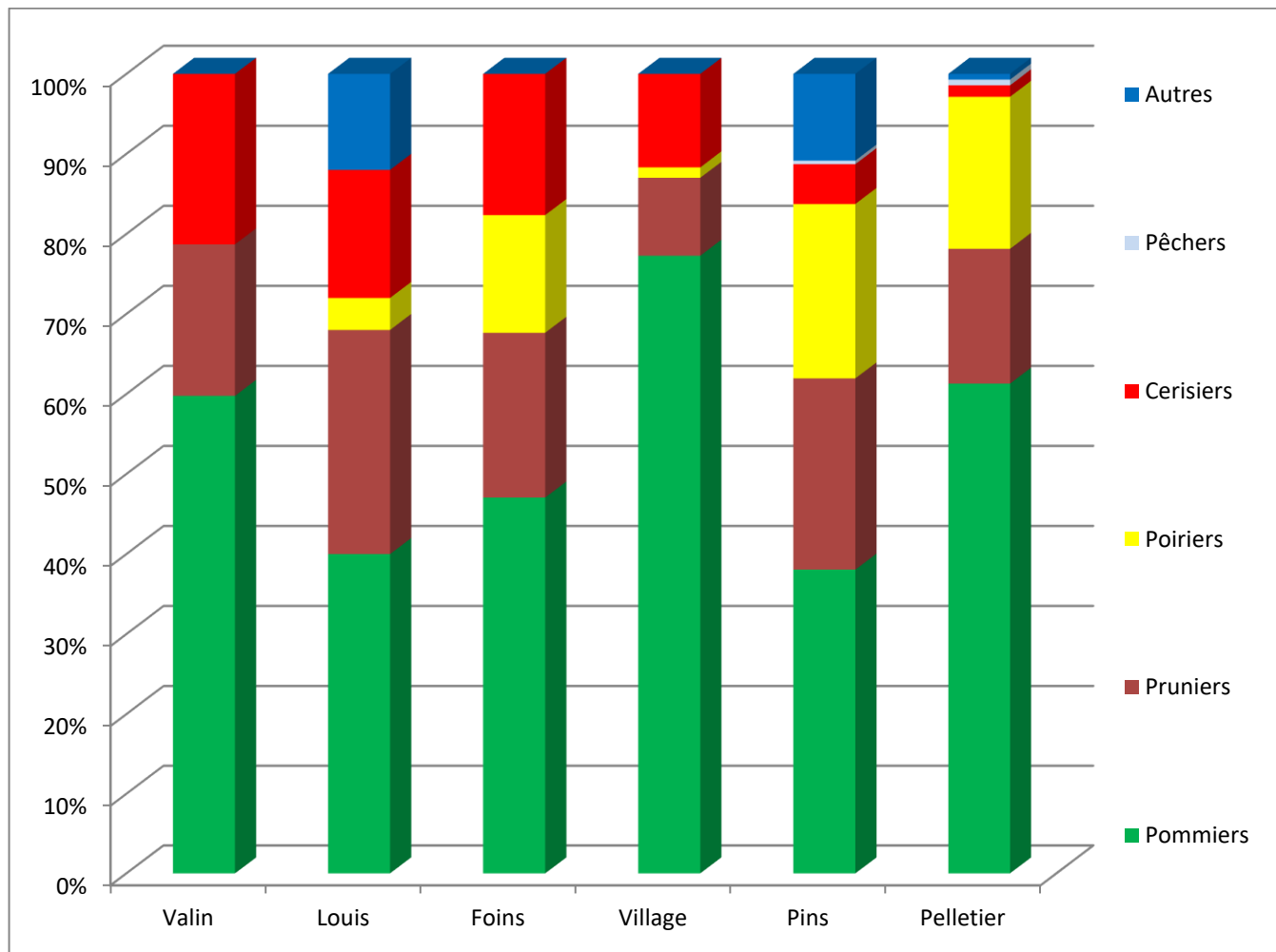


Diagramme 7 : Composition relative des zones agrogéographiques selon les diverses essences d'arbres fruitiers



Photo 3 : Champs de tomates et de cultures maraîchères
(MJG)



Photo 4 : Préparation de paniers pour distribution aux clients
(MJG)



Photo 5 : Terrain surélevé et ensoleillé non loin de la rivière Saguenay (MJG)



Photo 6 : Champs de cultures maraîchères et bâtiments (MJG)



Photo 7 : Jardin potager en bordure de la rivière Saguenay (MJG)



Photo 8 : Visite à la ferme : horticulture, agneaux et produits locaux (MJG)



Photo 9 : Champ de topinambours (MJG)



Photo 10 : Contrebas de parois protégé des vents dominants (MJG)



Photo 11 : Haies agissant comme brise-vent sur la basse terrasse (Google Earth)



Photo 12 : Serres pour hâter le début de l'été et pour la production (MJG)



Photo 13 : Bâtiments de ferme horticole (MJG)



Photo 14 : Vigne « chauffée » sur un mur de briques
(MJG)



Photo 15 : Grand champ de vigne près de l'église (MJG)



Photo 16 : Champs de noisetiers dans la zone Valin (MJG)



Photo 17 : Noisettes chez un pépiniériste (MJG)



Photo 18 : Pommes bien mûres (MJG)

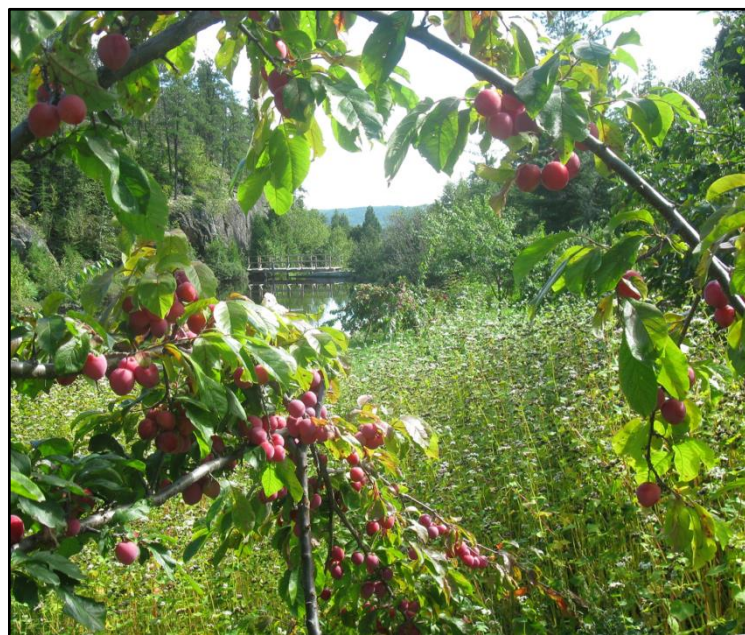


Photo 19 : Pruniers chargés (MJG)



Photo 20 : Prêt à mordre dans une belle pêche (MJG)



Photo 21 : Les poires poussent bien (MJG)



Photo 22 : Verger abandonné (MJG)



Photo 23 : Le même verger récupéré pour des cultures éventuelles (MJG)



Photo 24 : Arboretum aux Grands Chicots : visite guidée (MJG)

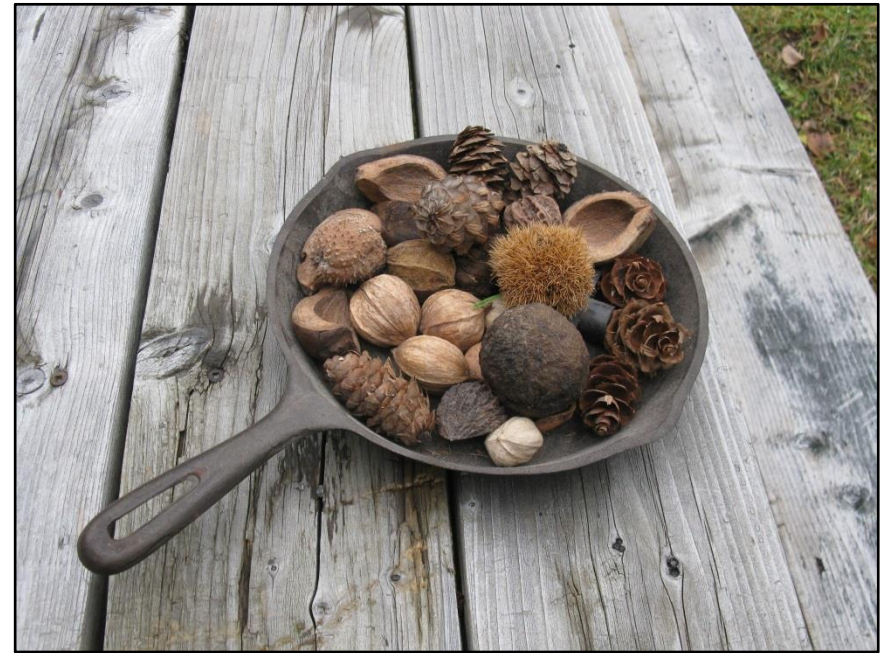


Photo 25 : Une variété de noix (MJG)



Photo 26 : Grandes cultures sur les basses terrasses
(MJG)



Photo 27 : Élevage de moutons sur le plateau (MJG)

4.3 Structure de la production agricole

Il est inconcevable d'analyser les données des pages précédentes sans considérer comment elles s'intègrent dans l'ensemble agricole de la municipalité bien que ce ne soit pas la finalité de la présente recherche. Il est alors important de voir comment se répartissent les cultures et comment se structure la production agricole dans le territoire.

4.3.1 Vue générale dans la municipalité

Pour se convaincre du poids que possède le territoire à l'étude dans l'ensemble municipal, quoi de mieux que d'analyser les données disponibles au bureau régional du MAPAQ. Les tableaux 11 et 12 présentent les superficies d'une vingtaine de cultures, à la fois pour toute la municipalité et pour le corridor à l'étude, ainsi que le pourcentage de ce dernier dans l'ensemble.

- Disons au départ que le corridor correspond à 48 % de l'espace compris dans les exploitations agricoles (1 056 sur 2 203 ha).
- Les pommes de terre, les grandes cultures et les pâturages se retrouvent davantage ailleurs dans la municipalité dans une proportion de 44 % (250 sur 447 ha) alors que l'horticulture (légumes, fruits, petits fruits, arbres fruitiers) se concentre dans le périmètre étudié avec un rapport de 63 %; c'est d'ailleurs là que se concentrent 69 % des producteurs agricoles de la municipalité (11 sur 16).
- Il est à remarquer qu'en ce qui concerne l'horticulture, dans la très grande majorité des cas, la production est exclusive au territoire à l'étude. En termes de dynamisme du paysage, signalons que dans le territoire étudié il y a un bon nombre de terres en friche : 28 ha, soit 70 % de toutes les friches de la municipalité.
- Quelques cultures vont servir d'exemples de l'importance et de l'exclusivité dans le territoire à l'étude. C'est le cas des carottes, des oignons, des navets et rutabagas, des tomates ainsi que des fraises et du maïs sucré (100 % des superficies).

4.3.2 Organisation de la production agricole dans le territoire à l'étude

Rappelons que le but de la recherche n'est pas de décrire et d'analyser l'organisation de la production agricole dans la région étudiée, mais bien de nous concentrer sur la localisation des cultures et des zones d'arboriculture. Cependant, il ne faudrait pas passer sous silence qu'il a des exploitations agricoles de grande taille qui sont très actives :

- 2 grandes entreprises horticoles, de type commercial, dont les superficies dépassent 35 ha chacune : la Ferme du Ruisseau LO-GI-RO Inc. et la Ferme Romain Tremblay;
- 1 entreprise horticole de taille moyenne s'adonnant à de l'agriculture biologique et pratiquant l'agriculture soutenue par la communauté : Les Jardins de Sophie (4 ha);
- 1 entreprise horticole pour la transformation sur place : Les Mômes du Fjord (6 ha);
- 1 entreprise horticole de production uniquement en serres (non prise en compte dans la présente analyse) : Les serres Lapointe;
- 1 entreprise spécialisée dans la production et la transformation de topinambours : Ferme Biomed (3 ha);
- 3 entreprises qui se consacrent à l'arboriculture à une échelle respectable : l'Arboretum aux Grands Chicots, le gîte Aux Bons Jardins et la Pépinière fruitière Bertrand Gravel; pour un total de 25 ha. Cette dernière s'adonne aussi à la production de noisettes (2 000 arbres);
- 4 fermes commerciales qui se consacrent à l'élevage laitier ou d'embouche ou d'agneaux : la ferme Serge Tremblay, Louis Morissette, le Chevrier du Nord, la Bergerie de la Vieille Ferme; dont la plus grande s'étend sur 100 ha;
- 1 érablière aménagée.

Il est à noter que toutes ces entreprises sont familiales. Elles sont orientées vers la vente de leurs produits, soit sur les marchés locaux ou encore en kiosque à la ferme même. Certaines emploient une main-d'œuvre importante, surtout dans la saison de production (comme les grandes entreprises horticoles), alors que les autres ont des effectifs plus réduits.

Parmi les producteurs, certains jumellent plusieurs types d'activités : par exemple, la Bergerie de la Vieille Ferme produit de l'agneau, possède de nombreux arbres fruitiers, un grand jardin potager et anime une table fermière. D'autres entreprises sont des gîtes, des ateliers d'art, etc.

Rappelons aussi que tous les producteurs horticoles majeurs possèdent des serres leur permettant de devancer la période de production. Par contre, il y a une importante entreprise utilisant uniquement des serres pour la production surtout des fleurs, sans qu'elle le fasse en plein champ; comme nous l'avons dit plus haut, cet endroit n'a pas été considéré comme un lieu au potentiel microclimatique lors de l'analyse.

Beaucoup de parcelles qui ont été cartographiées correspondent à de petites propriétés privées, parfois faisant partie de l'espace bâti de la municipalité. Dans les petites parcelles, il peut y avoir un seul pommier ou encore s'y trouver une série d'autres cultures allant du jardin potager à la vigne. Les gens qui s'adonnent à cette activité de taille réduite le font par plaisir ou pour l'autoconsommation.

Nous venons de décrire et d'analyser la répartition et la localisation des principaux modes d'utilisation du sol agricole du territoire. Chacune des 392 parcelles qui ont été délimitées repose dans un environnement physiographique et géologique qui lui est propre. Maintenant est venu le temps d'en savoir plus sur les conditions physiographiques et géologiques de la présence des parcelles agricoles et plus spécialement de celle des parcelles horticoles.

Catégories	Municipalité entière	À l'extérieur du corridor	À l'intérieur du corridor
Surface des exploitations agricoles (ha)	2203	52 %	48 %
Grandes cultures, pâturages améliorés et pommes de terre (ha)	447	44 %	56 %
Horticulture (ha)	130	27 %	63 %
Producteurs agricoles (nb)	16	31 %	69 %
Terres en friche (ha)	68	28 %	72 %

Tableau 11 : Grandes catégories d'utilisation du sol agricole comparées (selon le MAPAQ en 2013)

Cultures en 2013 (ha)	Municipalité	Territoire à l'étude	%	Cultures en 2013 (ha)	Municipalité	Territoire à l'étude	%
Pommes de terre : marché frais	31,50	0,50	1,59	Arbres feuillus (champ)	0,60	0,60	100,00
Avoine	84,28	4,85	5,75	Choux	0,60	0,60	100,00
Autres légumes : transformation	7,73	1,66	21,47	Pommiers semi-nains	0,82	0,82	100,00
Engrais vert	9,33	2,09	22,40	Pommiers standards	1,00	1,00	100,00
Boisés et plantations forestières	1 612,00	697,52	43,27	Carottes : marché frais	1,55	1,55	100,00
Autres superficies non cultivées	17,33	8,53	49,22	Autre horticulture en plein champ	1,60	1,60	100,00
Terres en friche	67,82	47,70	70,33	Autres fruits (vergers)	1,64	1,64	100,00
Prairies (foin sec et ensilage)	243,60	174,82	71,77	Framboises conventionnelles	2,04	2,04	100,00
Fleurs annuelles en caissettes et jardinières	0,82	0,64	78,05	Citrouilles, courges d'hiver, courgettes d'été et zuchinis	3,20	3,20	100,00
Pâturages améliorés et cultivés	50,59	40,47	80,00	Céréales mélangées	5,00	5,00	100,00
Pommiers nains	0,01	0,01	100,00	Pâturages naturels	6,07	6,07	100,00
Carottes : transformation	0,01	0,01	100,00	Autres légumes : marché frais	6,62	6,62	100,00
Oignons	0,01	0,01	100,00	Fraises conventionnelles et à haute densité	8,62	8,62	100,00
Navets et rutabagas	0,02	0,02	100,00	Maïs sucré : marché frais	9,60	9,60	100,00
Concombres (culture abritée)	0,06	0,06	100,00	Érablière	10,13	10,13	100,00
Tomates : marché frais	0,08	0,08	100,00	Orge	17,00	17,00	100,00
Plants de légumes en caissettes	0,09	0,09	100,00	Total	2 203,20	1 056,44	47,95
Poivrons	0,10	0,10	100,00				
Tomates (culture abritée)	0,17	0,17	100,00				
Choux-fleurs	0,20	0,20	100,00				
Laitues : marché frais	0,20	0,20	100,00				
Pruniers	0,21	0,21	100,00				
Betteraves potagères	0,35	0,35	100,00				
Arbustes (champ)	0,60	0,60	100,00				

Tableau 12 : Détail des cultures pratiquées dans la municipalité (selon le MAPAQ en 2013)

5. CONDITIONS PHYSIOGRAPHIQUES DANS LESQUELLES SE LOCALISENT LES PARCELLES EN HORTICULTURE

La manière utilisée pour en savoir plus sur ce qui soutient l'activité horticole nécessite deux étapes : 1) le choix et la description de chacune des conditions impliquées, et 2) le dégagement de leurs combinaisons par leur intégration dans un modèle d'ensemble.

Autrement dit, est-ce possible de connaître dans quelles conditions physiographiques se situent les parcelles où l'on pratique l'horticulture? Peut-on dégager un modèle explicatif d'ensemble?

Le choix des paramètres capables de décrire la situation des parcelles s'inspire du concept de station si cher aux forestiers. Ces derniers entendent par station une étendue de terrain d'étendue variable, homogène dans ses conditions écologiques (mésoclimat, topographie, sol, composition floristique et structure de la végétation) (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec 1996). Cependant, comme nous ne possédions pas toutes ces informations, nous nous sommes concentrés sur les dimensions physiographiques, géographiques et géologiques tout en faisant intervenir une valeur climatique originale et significative, soit le rayonnement solaire. Ont été mises de côté les questions de composition floristique, de structure de la végétation, de température, de pluviométrie et de vent.

Les paramètres sur lesquels nous avons pu compter facilement sont au nombre de six :

- 1 l'altitude du terrain;
- 2 la distance depuis la rive de la rivière Saguenay;
- 3 la pente selon l'angle;
- 4 la pente selon son orientation;
- 5 le rayonnement solaire;
- 6 les dépôts de surface.

5.1 Constitution d'une base de données physiographiques et cartographiques

L'information topographique et planimétrique initiale provient du modèle numérique d'altitude (MNA) disponible à l'échelle du 1/ 20 000 et produit par la Direction de la cartographie topographique du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF 2014). Donc, c'est une information détaillée sur le plan cartographique. Comme on le verra plus loin, la cartographie des dépôts de surface est disponible seulement à l'échelle du 1/ 50 000.

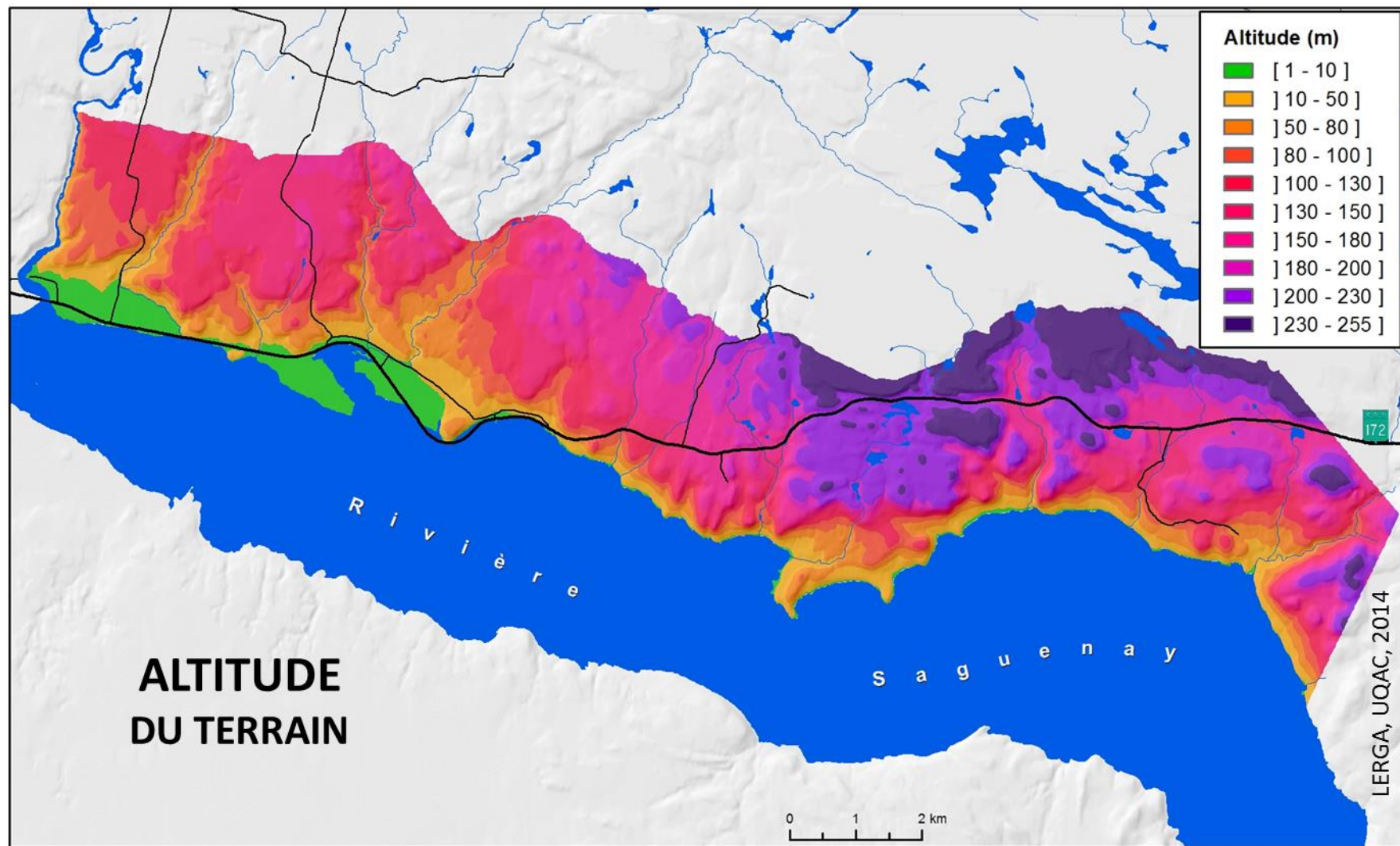
Comme indiqué plus haut, le territoire étudié a été quadrillé en cellules d'égale taille de 10 mètres sur 10 mètres; donc, converti en mode matriciel. Ainsi, on aura affaire à un découpage très fin et approprié à ce type de recherche, ce qui signifie que, pour chacune des cellules, il sera possible de connaître ce qu'elle contient. En tout, le territoire à l'étude est composé de plus de 644 817 cellules, soit 64,48 kilomètres carrés. Le système ArcGis a été utilisé pour réaliser cette analyse spatiale.

Passons maintenant en revue la variation spatiale de chacun des paramètres. Rappelons que, techniquement, les valeurs cartographiées sont celles situées au centre des cellules.

5.1.1 Altitude

La **topographie** générale du territoire à l'étude apparaît comme une succession de terrasses parallèles à la rive. L'altitude varie de 0 mètre (niveau de la mer) à 255 mètres au nord-est du territoire. La carte 21 montre en gros quatre ensembles distincts :

- a) une basse terrasse littorale légèrement discontinue de 6 km de longueur et de 0,5 km de largeur dont l'altitude va de 0 à 10 mètres; elle couvre 344 ha, soit 5 % du territoire;
- b) un long talus discontinu reliant la basse terrasse littorale et la plateforme un peu plus haut, constitué bien souvent d'une série de petites terrasses et parfois d'abrupts et dont l'altitude en général part de 10 mètres pour atteindre 100 mètres; cela correspond à 1 597 ha, soit 25 % du tout;
- c) une longue et grande plateforme de 2,5 km de largeur, plus ou moins horizontale ou bosselée couvrant une bonne partie du corridor étudié et correspondant aux élévations allant de 100 mètres à 180 mètres; elle s'étend sur 2 664 ha, soit 41 %;
- d) une aire de collines s'élevant entre 180 et 255 mètres présente surtout à la marge nord-est; 1 844 ha, soit 29 %.



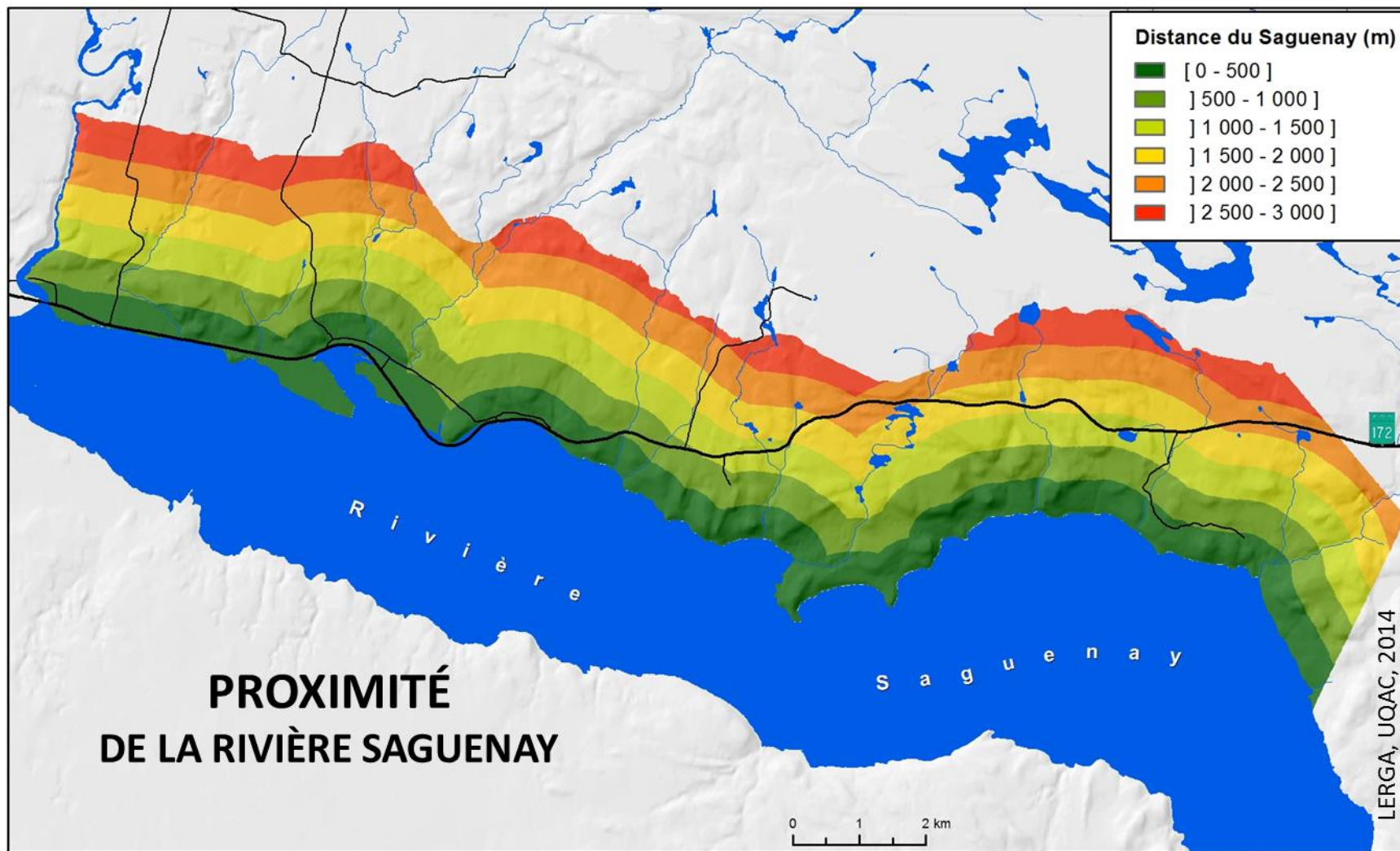
Carte 21 : Altitude du terrain (en mètres)

5.1.2 Proximité du Saguenay

La distance depuis la rive de la rivière Saguenay est mesurée en mètres et correspond à la verticale de la ligne de rivage généralisée (photo 28). Sur la carte 22, on voit une succession de bandes dont chacune indique une distance en ligne directe à vol d'oiseau de 0 à 3 000 mètres. Les six zones de 0,5 km de largeur serpentent parallèlement à la ligne de côte et, à l'exception de la sixième bande, elles occupent des superficies de mêmes dimensions.



Photo 28 : La rivière Saguenay : une surface d'eau imposante, une masse thermique, un deuxième Soleil (MJG)



Carte 22 : Proximité de la rivière Saguenay (influence graduée supposée)

5.1.3 Pente selon l'inclinaison

La pente selon l'inclinaison est l'angle que la surface du terrain fait par rapport à l'horizontal. Un terrain plat aura une pente de 0 degré, une falaise verticale aura un angle de 90 degrés. La pente constitue un élément incontournable spécifiquement quand il est question des terrains propices aux labours (et aussi aux risques d'érosion) ainsi que de l'exposition au rayonnement solaire. La carte 23 donne une idée générale de cet aspect du relief. Quand les pentes sont regroupées en trois catégories, il est possible de faire différentes observations.

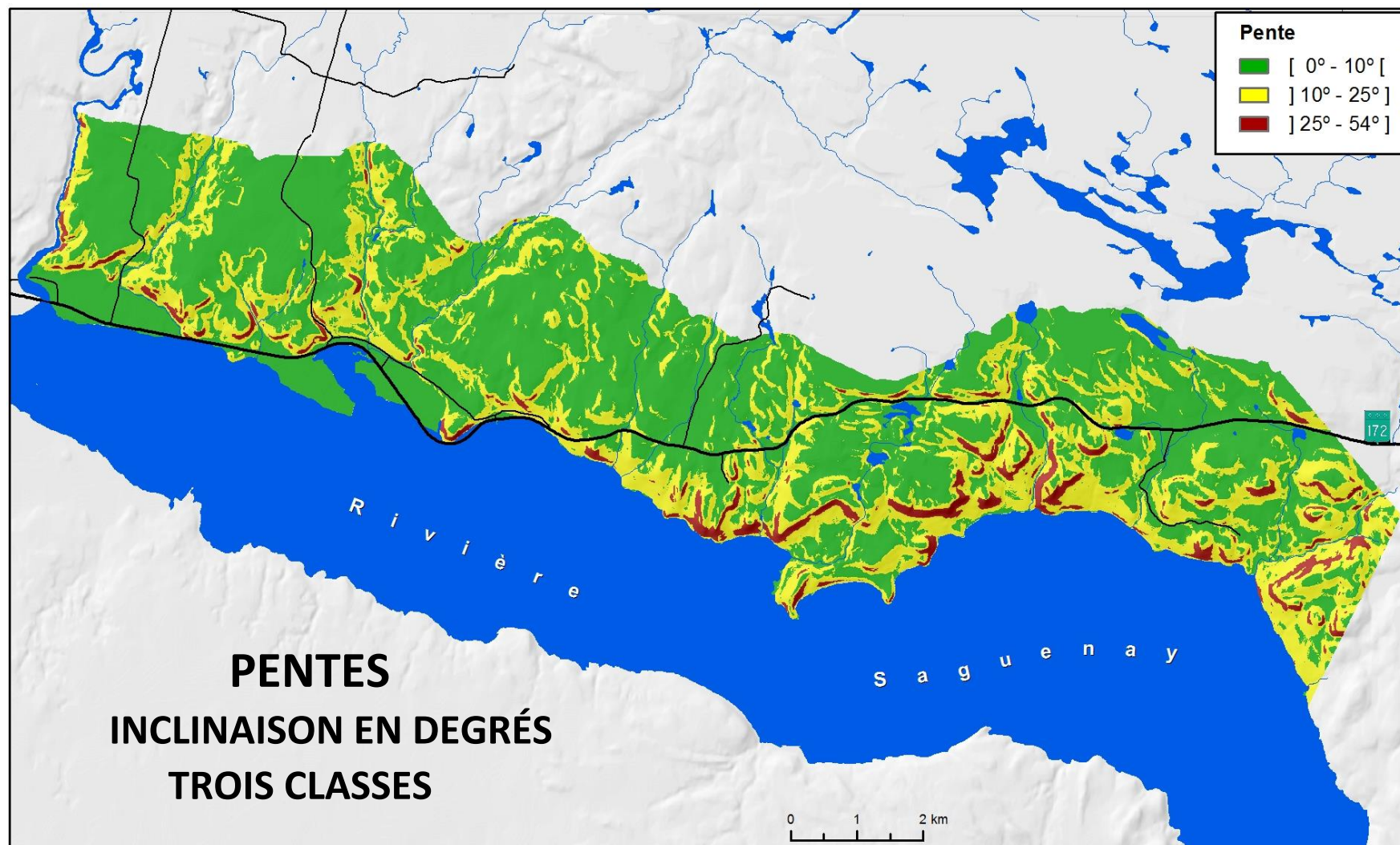
En premier lieu, on se rend compte que la grande majorité du territoire est comprise dans la classe de **0 à 10** degrés. Cela concerne la basse terrasse vue antérieurement, la plateforme et les hautes terres; ce bloc couvre 4 200 ha (65 %). En deuxième lieu, il y a les terrains présentant des pentes allant de **10 à 25** degrés; ils se situent en général le long du Saguenay (surtout à l'est) sous la forme d'une bande allant de quelques mètres à 2 km de largeur; ils coïncident avec le talus ouest-est dont on a parlé plus haut ainsi qu'avec la bordure de rivières et de ruisseaux qui prend la forme d'une bande nord-sud bien visible à l'ouest du territoire; ces terrains s'étendent sur 1 969 ha (31 %).

La troisième catégorie concerne les pentes supérieures à **25** degrés et inférieures à **56** degrés; elles apparaissent sous la forme de plusieurs dizaines de rubans étroits, pouvant atteindre 1 km de longueur, généralement orientés ouest-est; les pentes sont en définitive des parois relativement verticales étant des falaises ou d'anciennes falaises ou encore des rebords de failles. Ces terrains n'épousent que 280 ha (4 %).

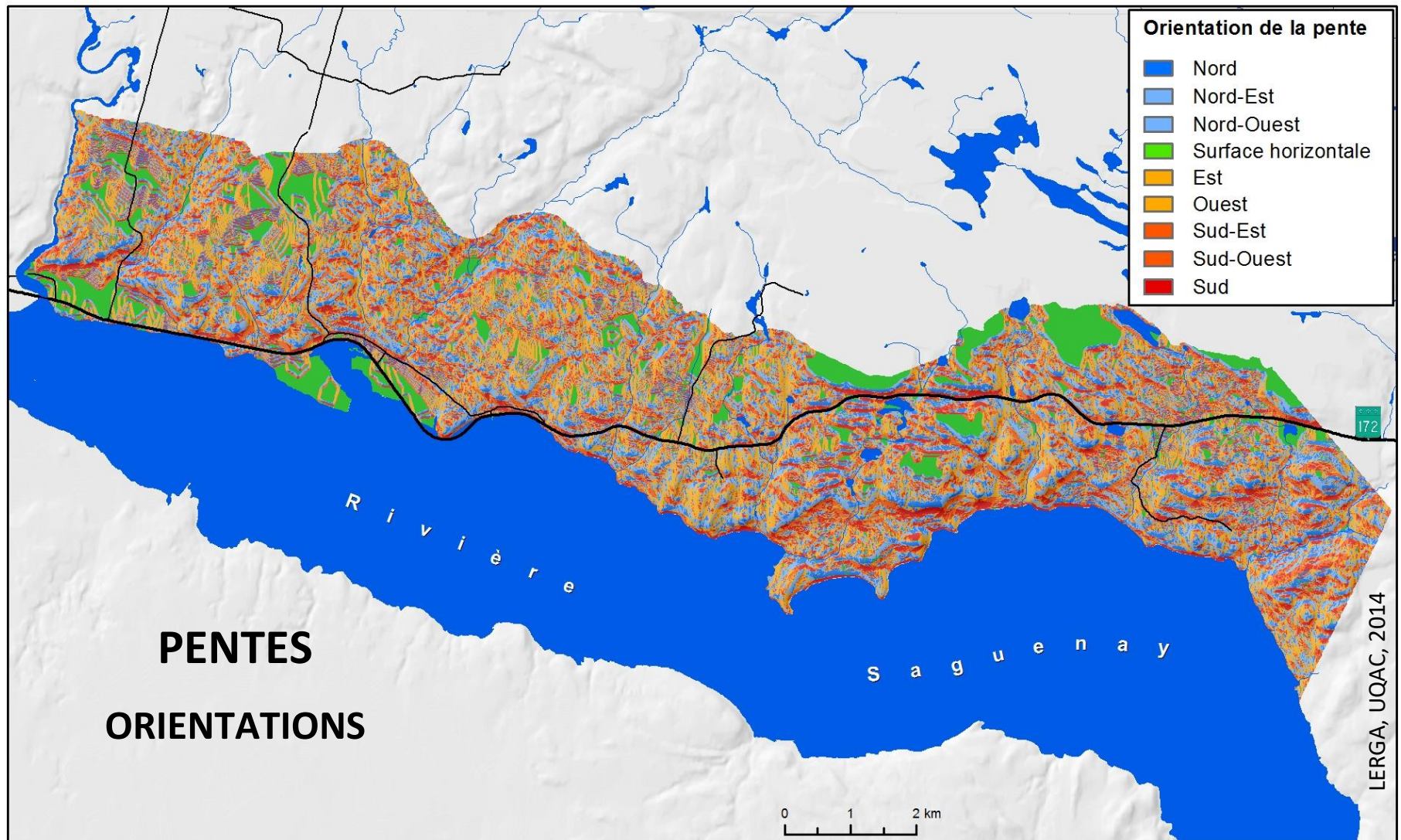
5.1.4 Pente selon l'orientation

La pente selon l'orientation représente une information essentielle. En effet, un champ orienté au sud reçoit un rayonnement solaire plus abondant que celui qui est orienté au nord. La carte 24 montre un vrai kaléidoscope où les neuf possibilités apparaissent, pixel par pixel. Les terrains plats sont relativement rares. Les grandes taches correspondent à la basse terrasse près du Saguenay, sur le plateau dans les rangs Saint-Joseph et Saint-Louis, et dans les hautes terres. Ailleurs, ce n'est qu'une multitude de petites étendues éparpillées.

Le tableau 13 indique que la fréquence des orientations des pentes varie peu d'une classe à l'autre. Il faut remarquer que les orientations nord, nord-est et nord-ouest composent 30 % du territoire (les aires les moins ensoleillées); les surfaces planes concernent 11 % de l'ensemble. Les orientations est et ouest comptent pour 28 % de l'ensemble. Si l'on voulait se restreindre aux orientations qui pourraient être les plus favorisées en termes de rayonnement solaire (sud, sud-est et sud-ouest), on compterait 1 965 ha, soit 31 % du territoire; cela équivaldrait à 50 lots cadastraux.



Carte 23 : Pentes : inclinaison en degrés (trois classes)

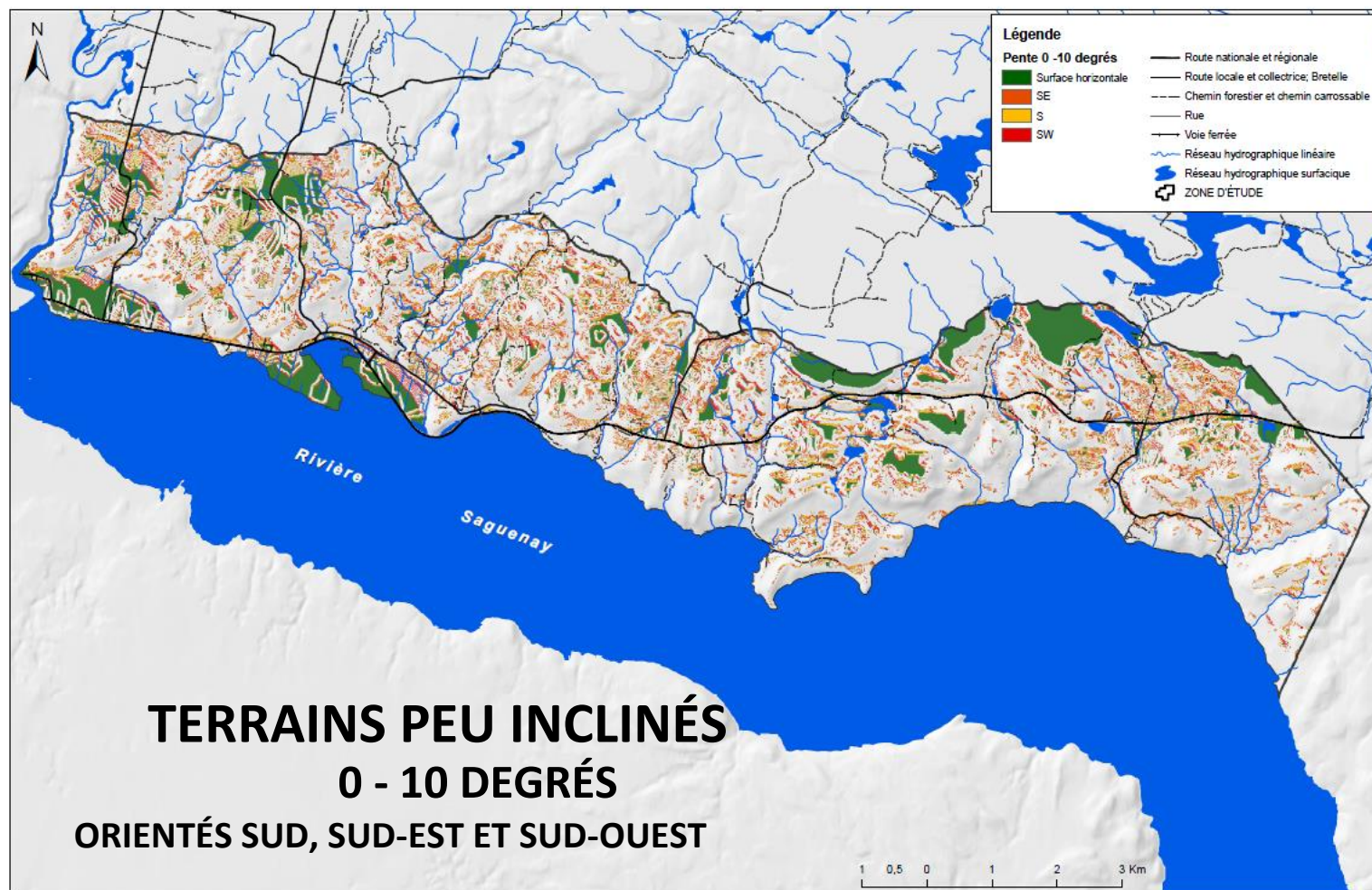


Carte 24 : Pentes : orientations en neuf positions

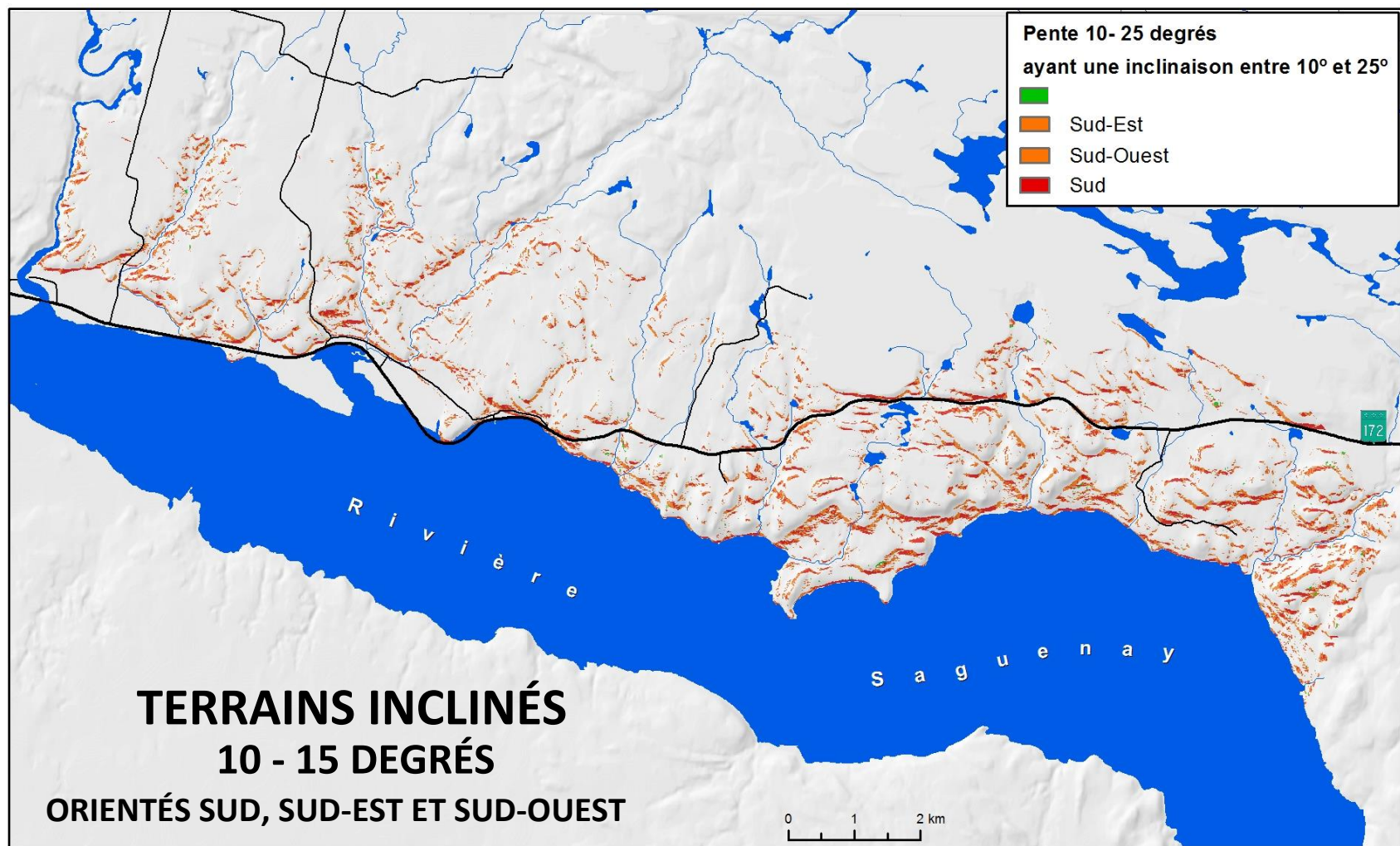
Orientation	Hectares	%
Nord	711	11
Nord-est	669	10
Nord-ouest	599	9
Horizontale	717	11
Est	903	14
Ouest	884	14
Sud-ouest	630	10
Sud-est	592	9
Sud	743	12
TOTAL	6 448	100

Tableau 13 : Proportion de l'orientation des pentes en neuf positions

Les deux cartes qui suivent (cartes 25 et 26) montrent la répartition des cellules de terrain, spécifiquement pour celles orientées sud, sud-est et sud-ouest selon les pentes de 0 à 10 degrés (terres labourables) et selon les pentes de 10 à 25 degrés (terres pour vergers et arboriculture). En général, les aires sont de minces bandes courtes, alignées et parallèles à la rivière Saguenay, à moins que ce soit le long des ruisseaux coulant vers le sud.



Carte 25 : Terrains peu inclinés (0-10 degrés) et orientés sud, sud-est et sud-ouest



Carte 26 : Terrains inclinés (10-25 degrés) et orientés sud, sud-est et sud-ouest

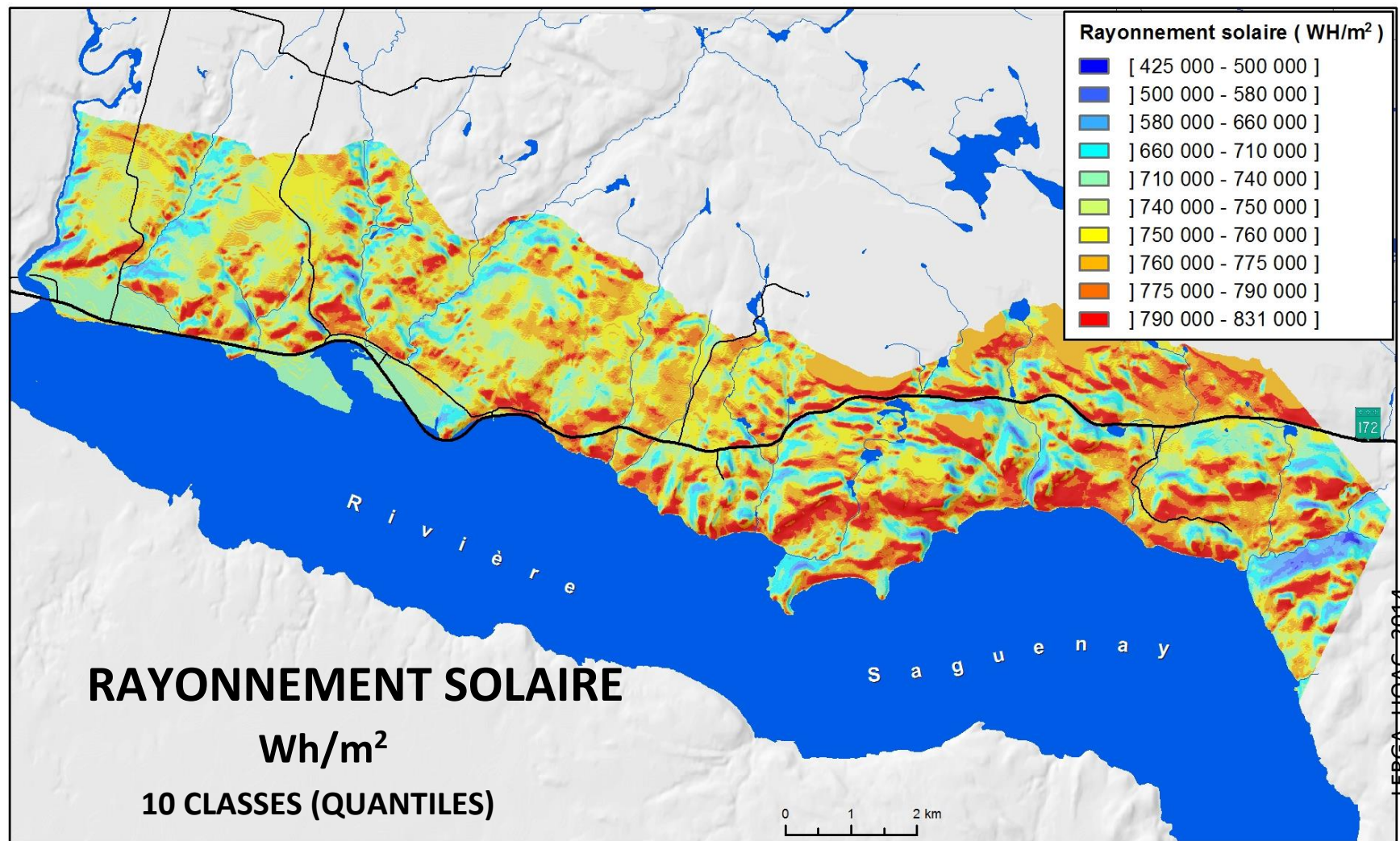
5.1.5 Rayonnement solaire en détail

Le rayonnement solaire qui est projeté sur le territoire constitue un élément permettant de distinguer les terres recevant le plus de chaleur du soleil et le plus de lumière. L'inclinaison et l'orientation d'une pente se combinent pour déterminer son potentiel à recevoir du rayonnement. Par exemple, tous comprendront qu'un champ se présentant à 90 degrés (angle droit) par rapport au soleil et orienté plein sud possède à l'heure du midi des atouts sur tous les autres champs.

La quantité de rayonnement a été calculée en fonction de ces deux paramètres : l'inclinaison et l'orientation. Le tout dépend de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, de la durée de l'ensoleillement et de la latitude du lieu. Le module *Solar Radiation*, disponible dans le système ArcGis, a été très utile. Les valeurs correspondent à l'énergie en watt-heure par mètre carré (Wh/m²) du rayonnement solaire que chaque cellule reçoit sur une période allant du 1^{er} mai au 1^{er} novembre. Cela a été la fourchette choisie pour cette recherche.

La carte 27, qui montre la répartition des valeurs classées en quantiles, fait apparaître des taches allongées généralement parallèles à la rivière Saguenay. Il y a comme un chapelet d'aires de diverses tailles qui part de la rivière Valin à l'ouest et qui se rend jusqu'à la portion est du territoire en se dédoublant. Les valeurs les plus élevées correspondent à des aires exposées au sud-ouest, au sud et au sud-est. Ce sont bien souvent des abrupts, des falaises ou encore des rebords de talus (tableau 14). En général, les valeurs sont plus fréquentes entre 710 000 et 831 000 Wh/m² (88 % du territoire). Les plus faibles correspondent soit à un versant en direction du nord à l'extrémité est du territoire, soit au versant est des ruisseaux coulant vers le Saguenay.

La reclassification des valeurs en cinq classes basées sur un découpage selon les seuils naturels donne une meilleure idée des ensembles statistiques et spatiaux, car les cellules ont un caractère commun, appartiennent à une même famille et sont l'objet d'une plus grande homogénéité (tableau 15). La classe recevant le plus de rayonnement (de 768 000 à 830 000 Wh/m²) couvre 1 809 ha, soit 28 % du territoire. La classe suivante (de 707 000 à 768 000 Wh/m²) couvre près des deux tiers du territoire avec 4 056 ha. Les deux classes inférieures n'interpellent que 583 ha (9 %). La carte 28 présente une vue plus nuancée et moins contrastée que la précédente. À notre avis, elle est plus représentative de la réalité terrain dans la mesure où les limites de classes correspondent à des discontinuités spatiales.



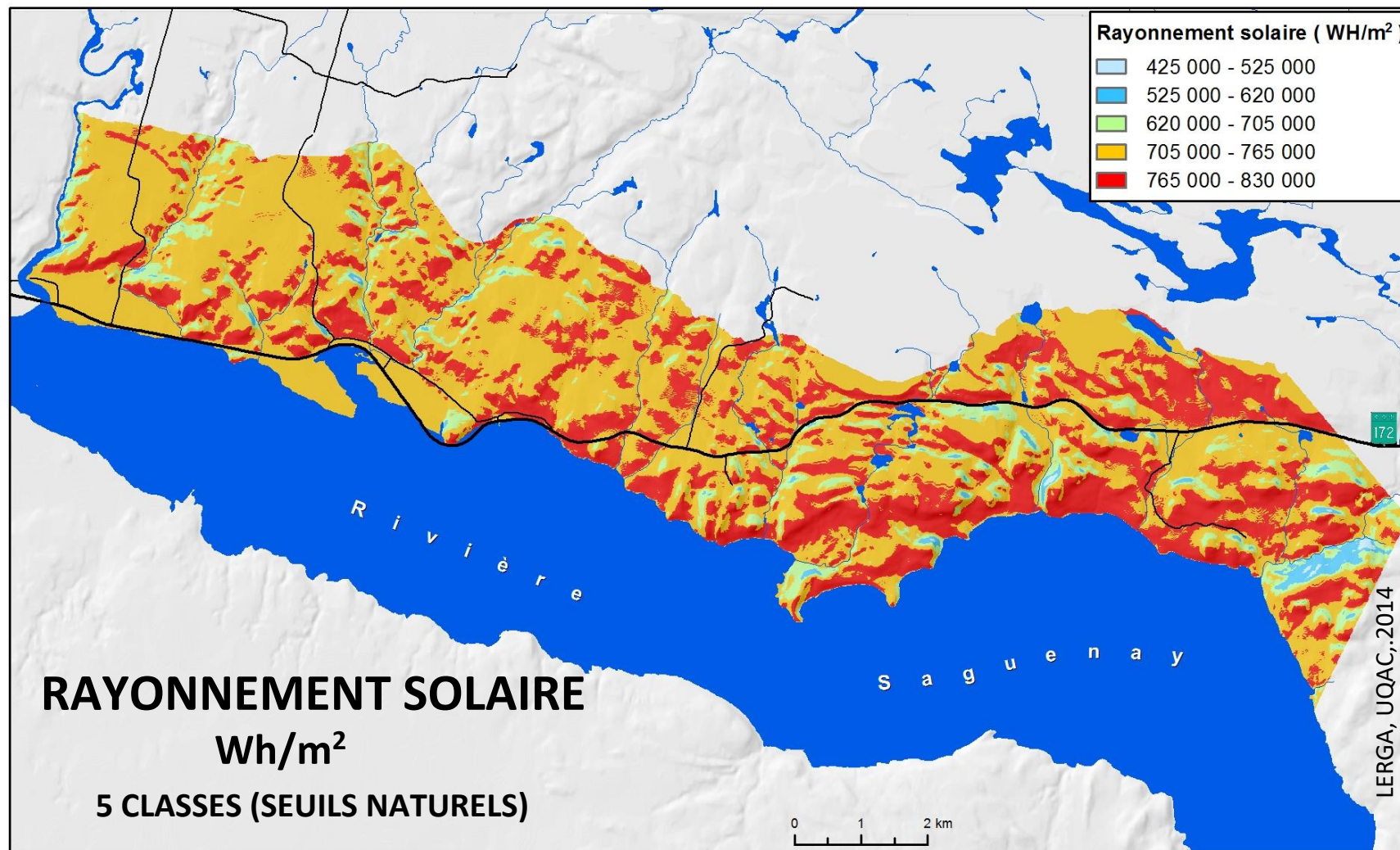
Carte 27 : Rayonnement solaire (Wh/m²) : total annuel du 1^{er} mai au 1^{er} novembre (quantiles)

Rayonnement solaire (Wh/m²)	Hectares	%
425 722 - 500 000	4	0
500 001 - 580 000	33	1
580 001 - 660 000	164	3
660 001 - 710 000	454	7
710 001 - 740 000	1 062	16
740 001 - 750 000	936	15
750 001 - 760 000	1 132	18
760 001 - 775 000	1 290	20
775 001 - 790 000	702	11
790 001 - 831 000	672	10
TOTAL	6 448	100

Tableau 14 : Classification du rayonnement solaire en dix niveaux (quantiles)

Rayonnement solaire (Wh/m²)	Hectares	%
425 722 - 525 000	7	0
525 001 - 620 000	79	1
620 001 - 705 000	4 96	8
705 001 - 768 000	4 056	63
768 001 - 830 000	1 809	28
TOTAL	6 448	100

Tableau 15 : Classification du rayonnement solaire en cinq niveaux (seuils naturels)



Carte 28 : Rayonnement solaire (Wh/m²) : total annuel du 1^{er} mai au 1^{er} novembre (seuils naturels de 5 classes)

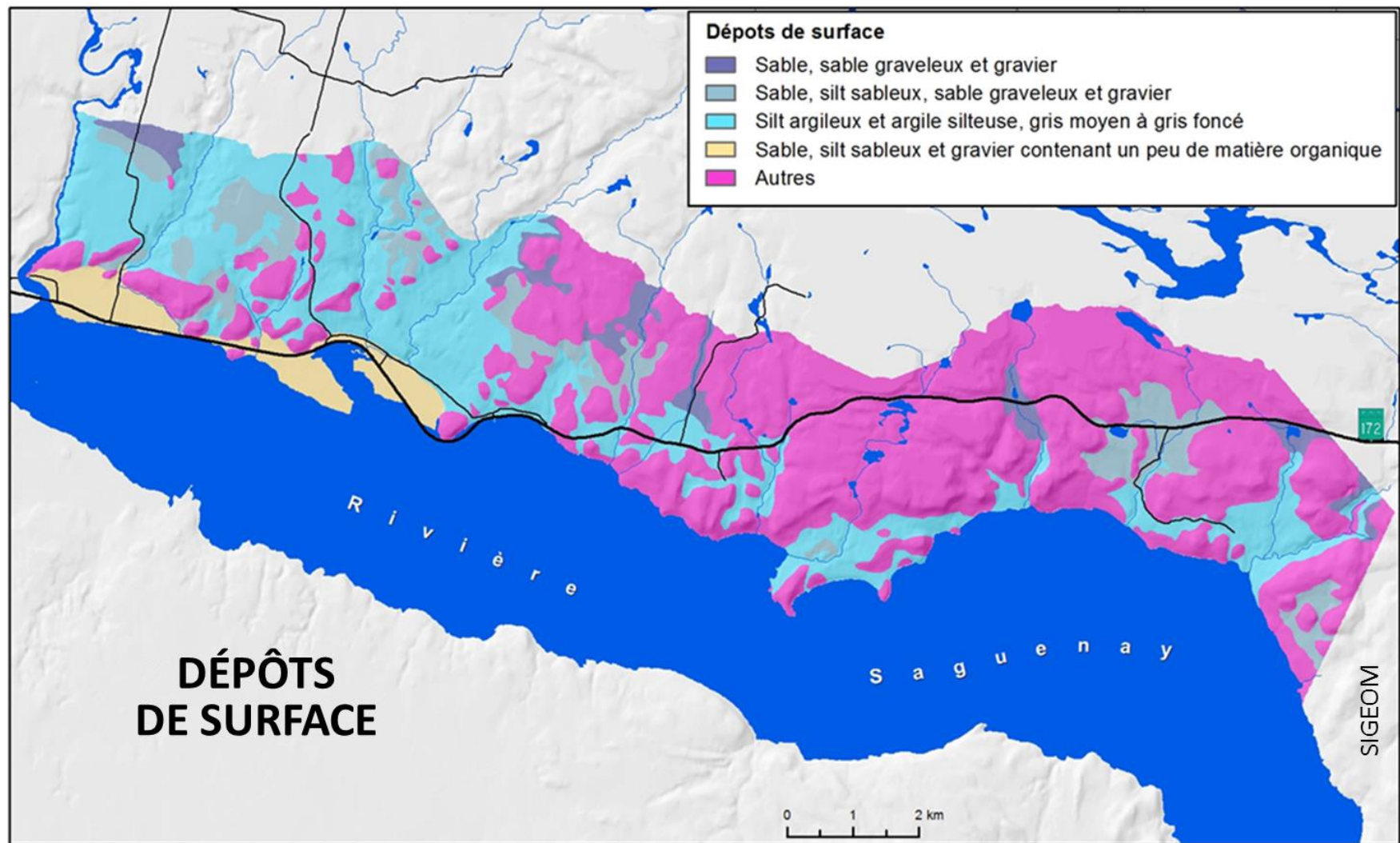
5.1.6 Dépôts de surface

Les dépôts de surface constituent l'assise sur laquelle reposent physiquement les parcelles agricoles et arboricoles. Ce sont les dépôts qui sont labourés, hersés, cultivés, drainés et irrigués. À proprement dit, ils participent moins directement à la détermination des microclimats; cependant, ils deviennent un paramètre incontournable quand il s'agit d'activité biologique naturelle. La texture des sols, leur profondeur et leur drainage sont des notions ne pouvant pas être écartées. Pour l'analyse, nous avons pu compter sur la carte des dépôts de surface à l'échelle du 1/50 000 provenant du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (SIGEOM 2011). Rappelons que la portion ouest du territoire fait partie des basses terres du Haut-Saguenay et la majorité des terres situées à l'est est monopolisée par les contreforts des Laurentides du Bouclier canadien (niveau inférieur) (Jurdant, Beaubien, Bélair, Dionne et Girardin 1972).

Il est facile de voir que les matériaux argileux et silteux couvrent principalement la partie ouest du territoire ainsi que quelques petites vallées à l'est (carte 29). Ailleurs, on retrouve, sur les terrasses littorales de l'est, un mélange de sables, de silt argileux et de graviers contenant un peu de matière organique. Il y a aussi et surtout des affleurements rocheux et des matériaux morainiques minces parmi lesquels s'insèrent de petits lambeaux de sable et de gravier (tableau 16). Pour sa part, la pédologie indique que les basses terrasses contiennent notamment des alluvions, des terres noires et des argiles dont l'argile Chicoutimi; que les surfaces argileuses et silteuses sont composées des loams Alma et Taillon en terrains plats et surtout d'argile Larouche en terrains pentus. Tout cela est favorable à l'agriculture sous certaines conditions. Dans les hauteurs, on trouve de la roche bien souvent recouverte de tills glaciaires impropres à l'activité agricole (Raymond 1971).

Dépôts de surface	Hectares	%
Sable, silt sableux et gravier contenant un peu de matière organique (Ax)	314	5
Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé (Mga)	1 883	30
Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier (MGb)	575	9
Sable, sable graveleux et gravier (MGd)	235	4
Autres	3 336	53
TOTAL	6 344	100

Tableau 16 : Superficie occupée par les dépôts de surface (SIGEOM 2011)



Carte 29 : Dépôts de surface

6. CONDITIONS PARTICULIÈRES EXPLIQUANT LA LOCALISATION DES PARCELLES EN HORTICULTURE : LA CARACTÉRISATION

Maintenant que sont connus les paramètres choisis pour l'analyse, arrive l'étape de la sélection des conditions physiographiques et géologiques particulières sur lesquelles reposent les parcelles où l'on s'adonne à l'horticulture; c'est ce qu'on appelle la **caractérisation**.

Autrement dit, quelles sont les préférences des parcelles en matière de topographie, de distance à la rivière, de pente selon l'inclinaison, de pente selon l'orientation, de rayonnement solaire et de dépôts de surface?

Chacun des aspects est traité dans les pages qui suivent. On trouvera aussi la combinaison des conditions.

6.1 Prolongement spatial des conditions

Pour réaliser l'analyse, il a fallu regrouper sur carte les parcelles, toutes confondues (légumes, fruits, petits fruits, vigne, arbres fruitiers et arboriculture), et les superposer aux différentes couches d'information. En ce qui concerne le relief, les parcelles en horticulture reposent sur des terres situées entre 0 et 115 mètres d'**altitude**. La carte 30 montre l'étendue de ces conditions sur tout le territoire où les plus basses terres longent les rives de la rivière Saguenay souvent sur une largeur ne dépassant pas 1 kilomètre (tableau 17).

Paramètres	Conditions	Hectares	%
Altitude	1 - 115 mètres	2 389	37
Proximité de la rivière	0 – 1 000 mètres	2 460	33
Pente (inclinaison)	0 - 13 degrés	4 941	77
Rayonnement solaire	735 000 - 831 000 watts	5 152	80
Dépôts de surface	Argiles, silts (loams) et alluvions	2 197	35

Tableau 17 : Résumé des préférences physiographiques et géologiques

Cependant, des étalements de bonnes dimensions se présentent à l'ouest du territoire et un peu aussi à l'extrême est. Rappelons que les terres dont l'élévation ne dépasse pas 115 mètres s'étendent sur 2 389 ha et constituent 37 % de la région à l'étude.

En ce qui a trait à la **proximité** des rives de la rivière Saguenay, la bande préférée par les cultures particulières a une largeur de 1 000 mètres depuis le plan d'eau. L'aire ainsi retenue couvre 2 460 ha, soit 33 % du territoire (carte 31). Rappelons que l'**influence** provoquée par la proximité de l'eau décroît d'une manière exponentielle si l'on se fie aux équations généralement établies en termes de diffusion. Dans cette étude, l'influence du Saguenay sera considérée comme étant homogène. Ce sera seulement dans une étude éventuelle qu'il sera possible de tenir compte d'un tel gradient.

Quant à l'**inclinaison de la pente**, la majorité des parcelles se situe entre 0 et 13 degrés. Les terrains sélectionnés selon ce paramètre s'étendent sur une grande partie du territoire avec 4 941 ha, soit 77 % (carte 32) (photo 29).

Le **rayonnement solaire** couvre un large spectre sur les parcelles en question, soit de 735 000 à 831 000 watts. Rappelons que cette information dérive à la fois de l'inclinaison de la pente et de son orientation. Les terres qui reçoivent une bonne quantité de chaleur et de lumière s'étendent sur 5 152 ha, soit 80 % du territoire (carte 33).

Par ailleurs, que se passerait-il si l'on ajoutait les conditions relatives aux **dépôts de surface** incluant les alluvions et les terres argileuses et silteuses? La carte des dépôts de surface (carte 34) ressemble passablement à celle des basses élévations. Il y a un mince ruban discontinu près des rives de la rivière Saguenay et des renflements perceptibles notamment à l'ouest du territoire. Les terres sélectionnées occupent 2 197 ha, soit 35 % de l'ensemble.

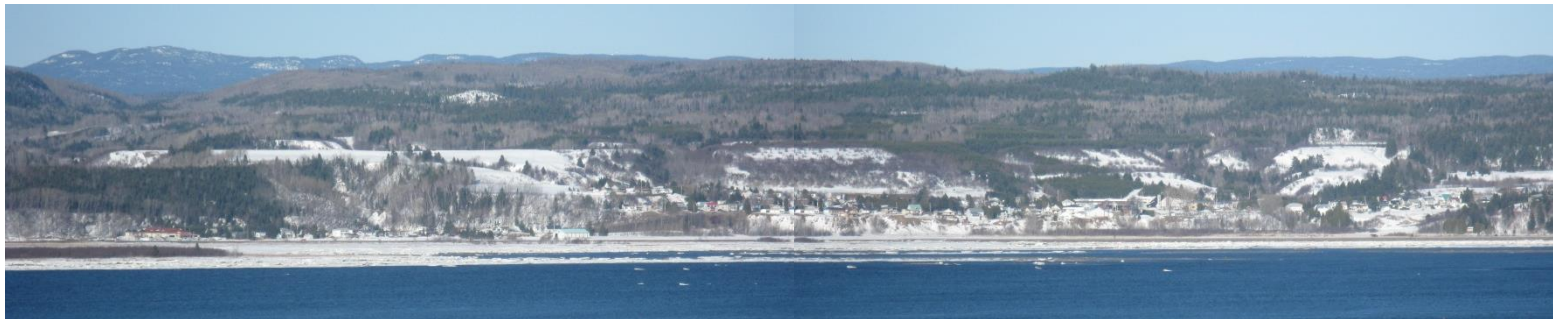
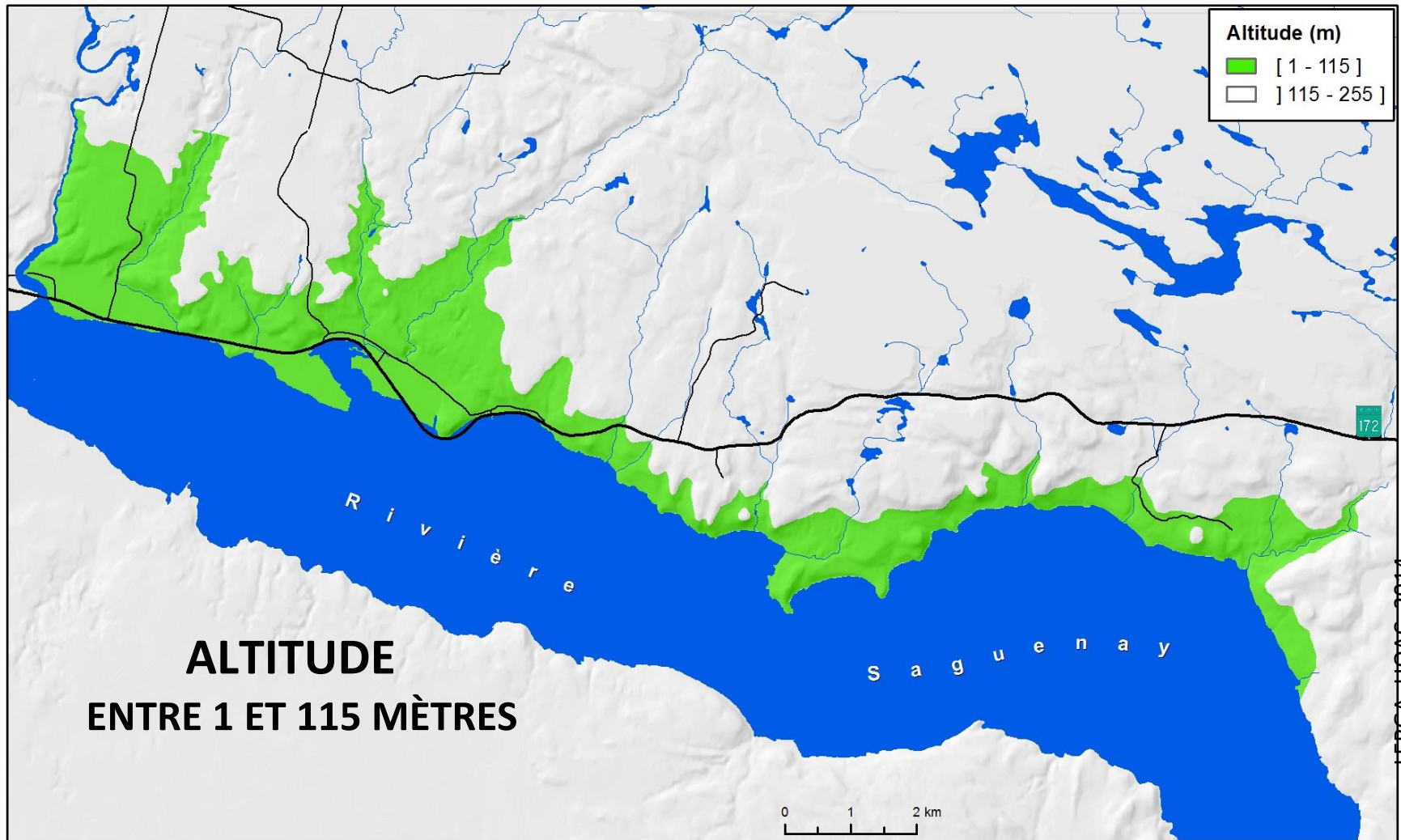
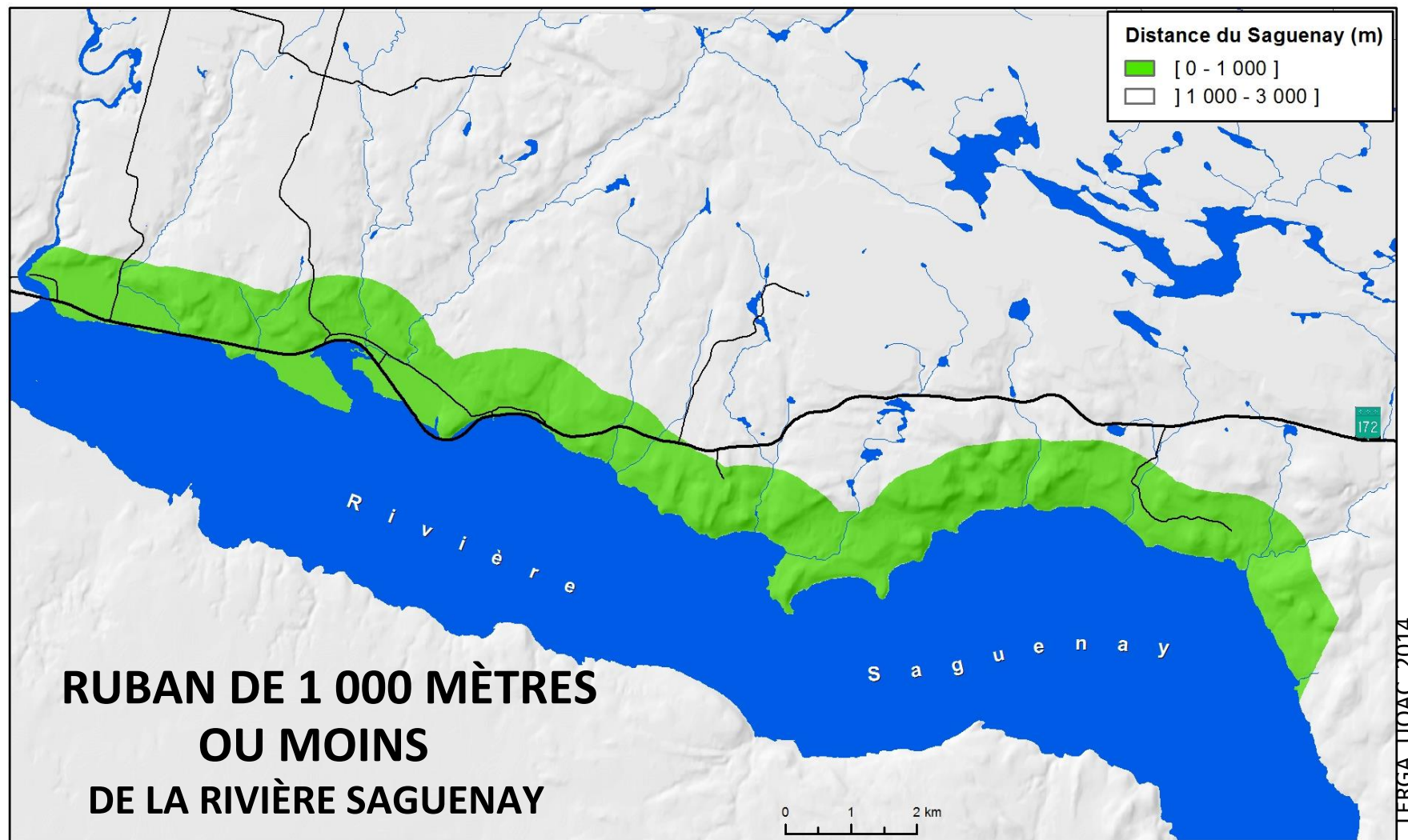


Photo 29 : Vue du village depuis la rive sud de la rivière Saguenay au printemps. Les terrasses et le talus apparaissent clairement grâce aux champs recouverts de neige (MJG)



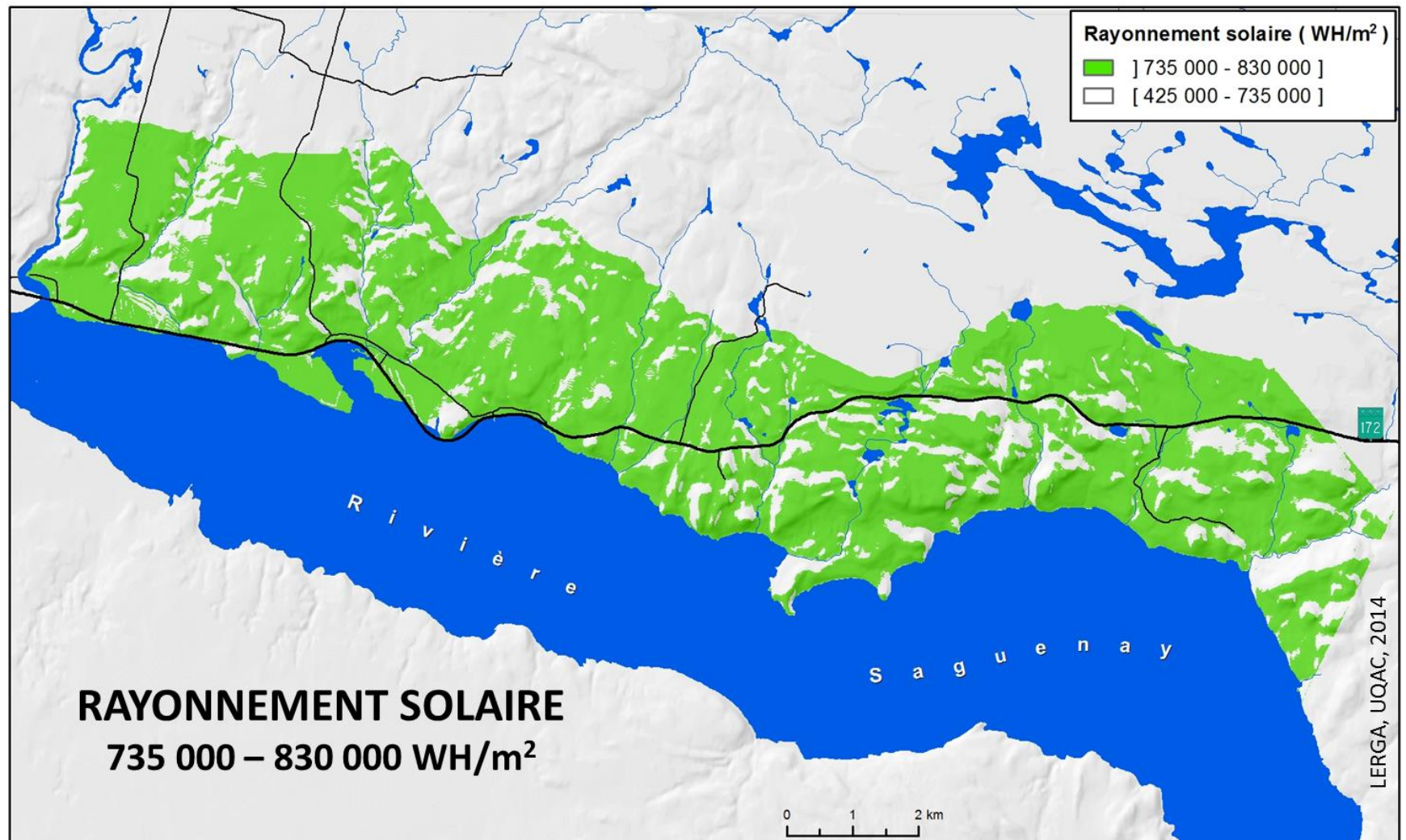
Carte 30 : Altitude entre 1 et 115 mètres : préférences



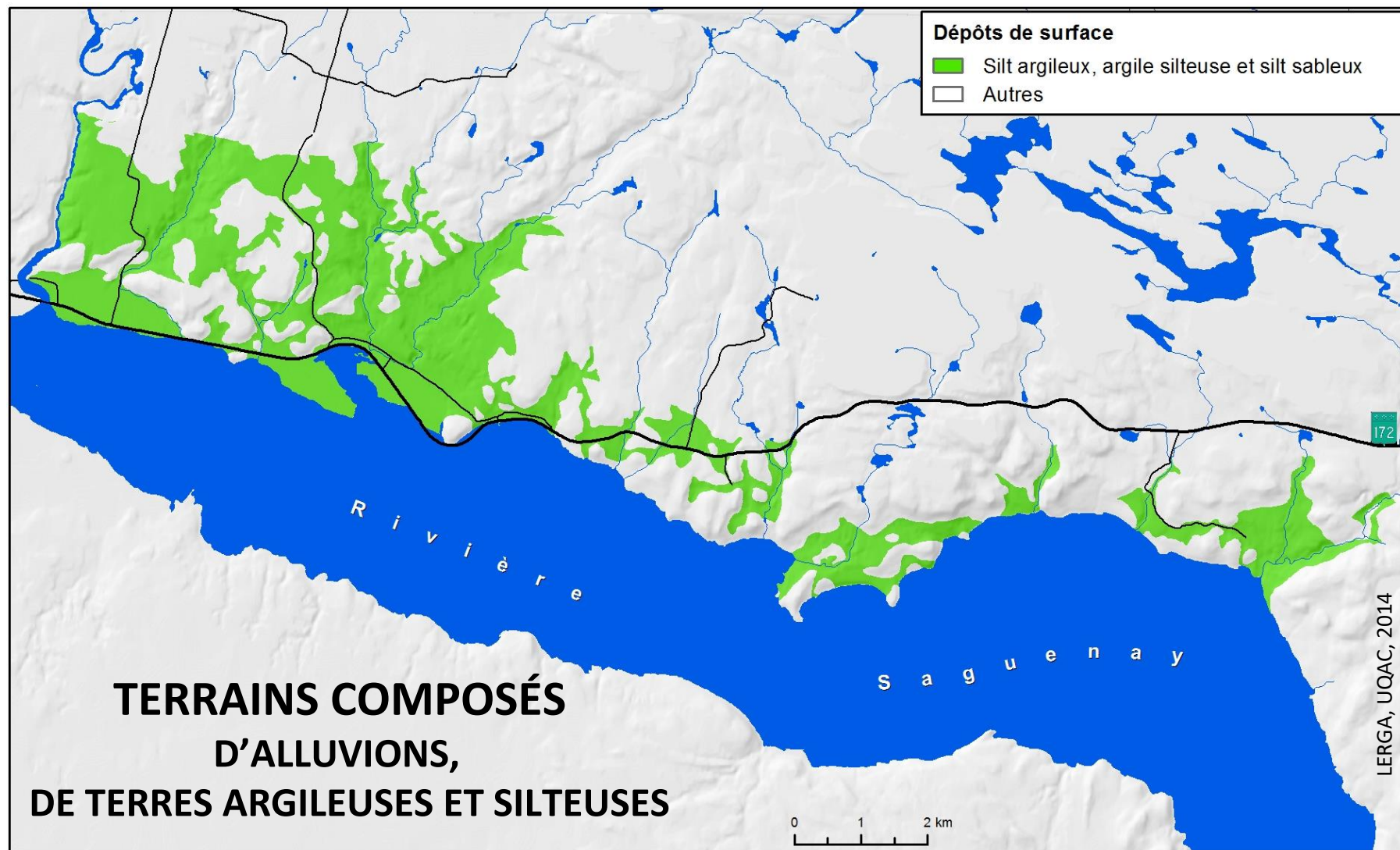
Carte 31 : Ruban de 1 000 mètres ou moins de la rivière Saguenay : préférences



Carte 32 : Terrains plats ou légèrement en pente (allant jusqu'à 13 degrés) : préférences



Carte 33 : Rayonnement solaire entre à 750 000 et 830 000 Wh/m² : préférences



Carte 34 : Terrains composés d'alluvions et de terres argileuses et silteuses : préférences

6.2 Modèles cartographiques du potentiel microclimatique

La superposition de quatre des cartes précédentes engendre un **modèle cartographique** (modèle n° 1) illustrant la répartition de la fréquence de la présence simultanée de conditions (carte 35). Les aires où les quatre paramètres apparaissent sont celles qui correspondent non seulement aux parcelles étudiées, mais aussi et surtout aux autres terrains qui possèdent les mêmes caractéristiques. Cette nouvelle information correspond à ce qui pourrait ressembler à ces conditions définissant le potentiel dit « microclimatique » dans la mesure où les dépôts de surface sont exclus du modèle. Afin de bien comprendre le modèle cartographique, disons que quand il y a quatre paramètres, cela signifie que c'est la superposition de quatre couches; quand il y en a trois, il y a trois couches; et ainsi de suite.

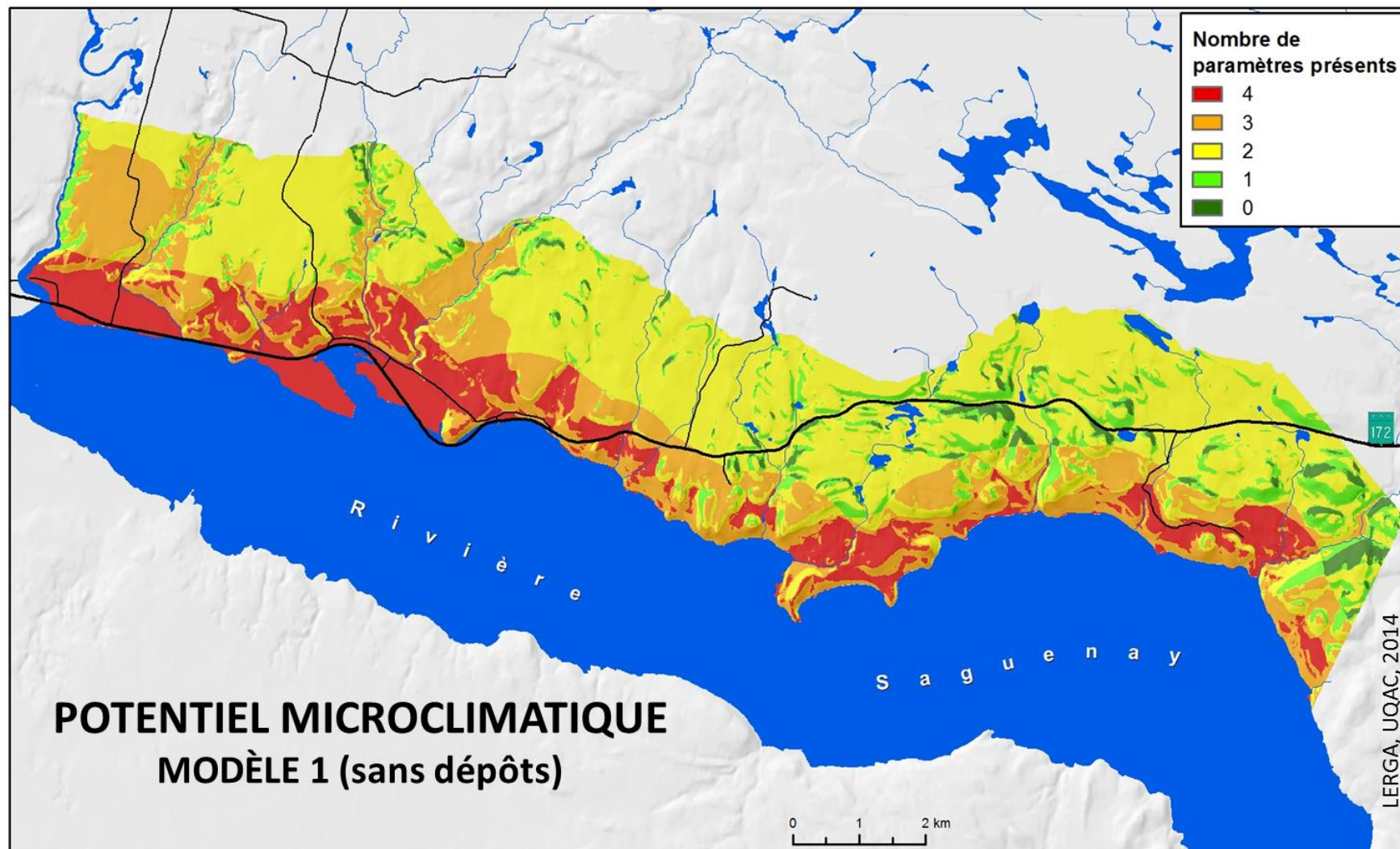
En plus des aires favorables, le tableau 18 montre la fréquence des paramètres. En ajoutant les dépôts de surface aux quatre couches vues plus haut, il y a alors production d'un autre **modèle cartographique**, (modèle 2) qui intègre non seulement les paramètres déjà vus, mais aussi la dimension rattachée au sol. Cette opération réduit légèrement en étendue ce qui a été délimité précédemment; cependant, elle circonscrit plus clairement et simultanément les surfaces à potentiel microclimatique et à potentiel horticole. Les aires classées 5 représentent les meilleurs endroits, car elles répondent aux cinq critères. Ici aussi, la carte 36 et le tableau 19 illustrent bien la répartition de la fréquence des couches d'information pour tout le territoire.

Nb paramètres	Hectares	%
4	1 044,44	16
3	1 497,84	23
2	3 153,15	49
1	586,56	9
0	166,22	3
TOTAL	6 448,17	100

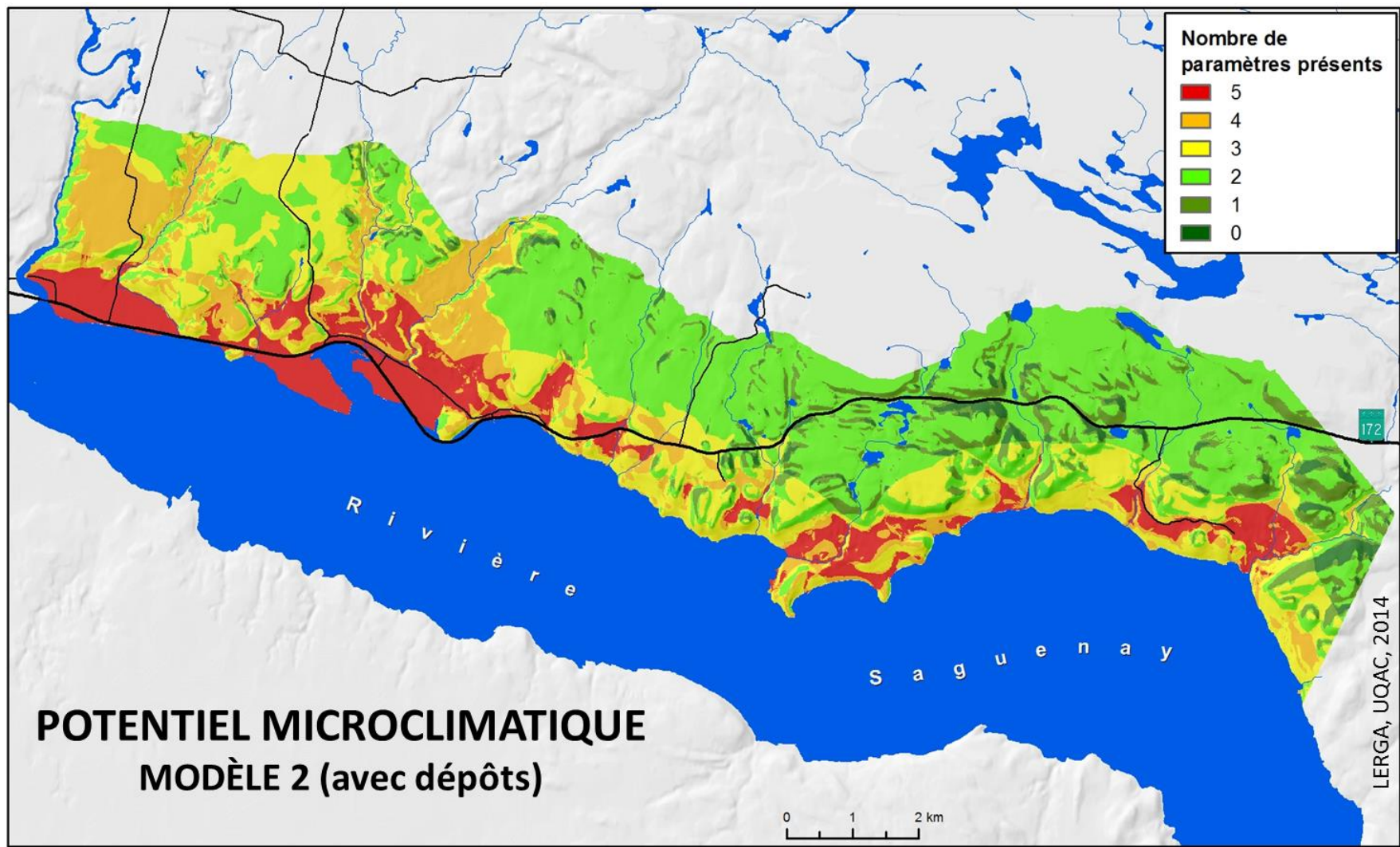
Tableau 18 : Superficie des différentes couches de paramètres : modèle n° 1 (sans dépôts)

Nb paramètres	Hectares	%
5	814,31	13
4	913,85	14
3	1 360,68	21
2	2 668,21	42
1	492,97	8
0	138,85	2
TOTAL	6 388,87	100

Tableau 19 : Superficie des différentes couches de paramètres : modèle n° 2 (avec dépôts)



Carte 35 : Potentiel microclimatique : modèle 1, sans dépôts (4 paramètres)



Carte 36 : Potentiel microclimatique : modèle 2, avec dépôts (5 paramètres)

6.3 Terres à potentiel microclimatique pour l'agriculture

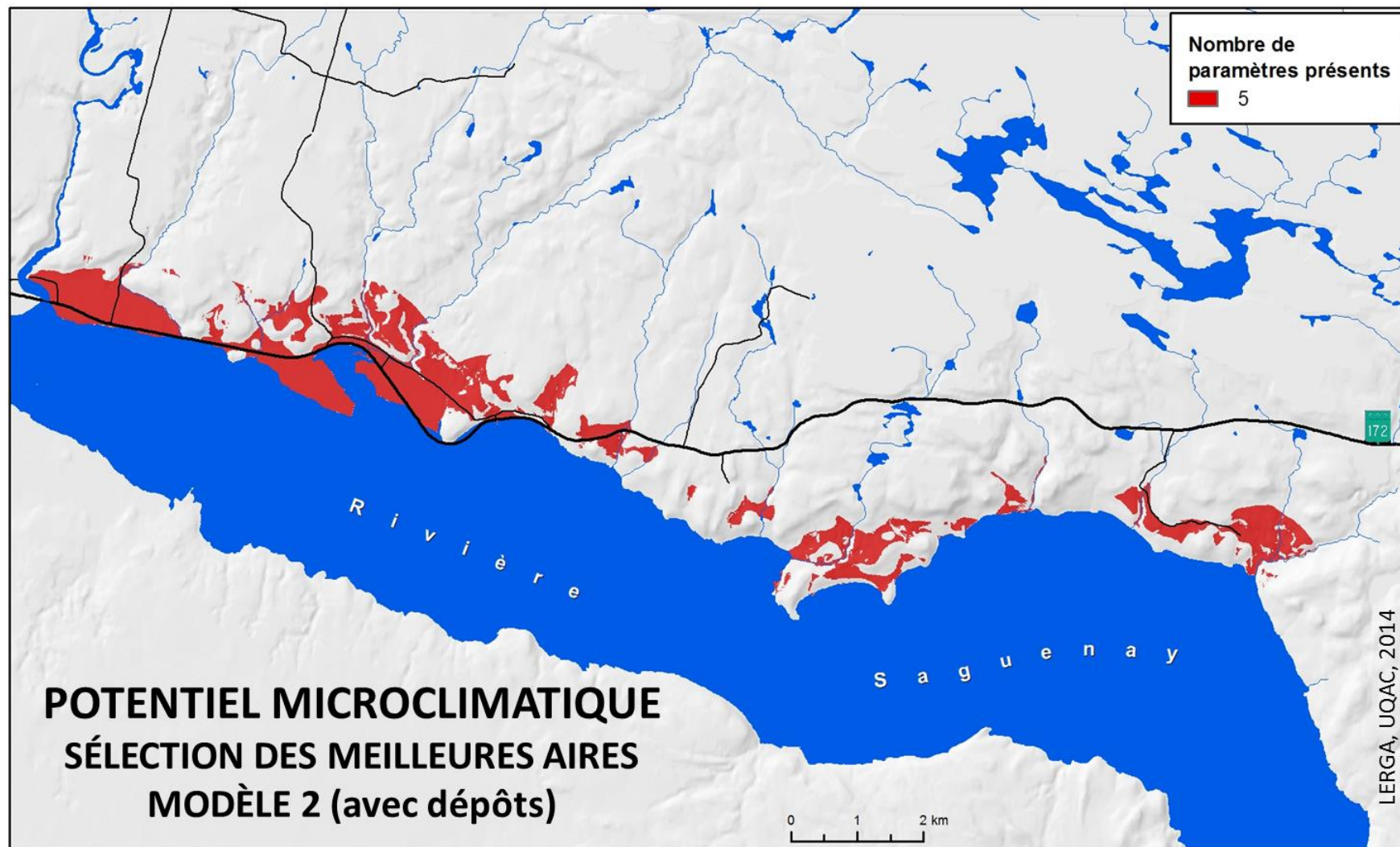
Comme on vient de le voir, la combinaison des différentes couches d'information permet de constater que plusieurs portions de territoire comportent toutes les conditions favorables à l'horticulture. Pour en avoir une image plus claire, jetons un coup d'œil sur les deux cartes illustrant la sélection des meilleures aires : la première, plus générale et dérivée directement de l'inventaire des cultures (le modèle 2); la deuxième mettant davantage l'accent sur le rayonnement solaire (le modèle 4). De plus, apportons une autre information sur l'influence des talus et escarpements.

6.3.1 Répartition des meilleures terres en général

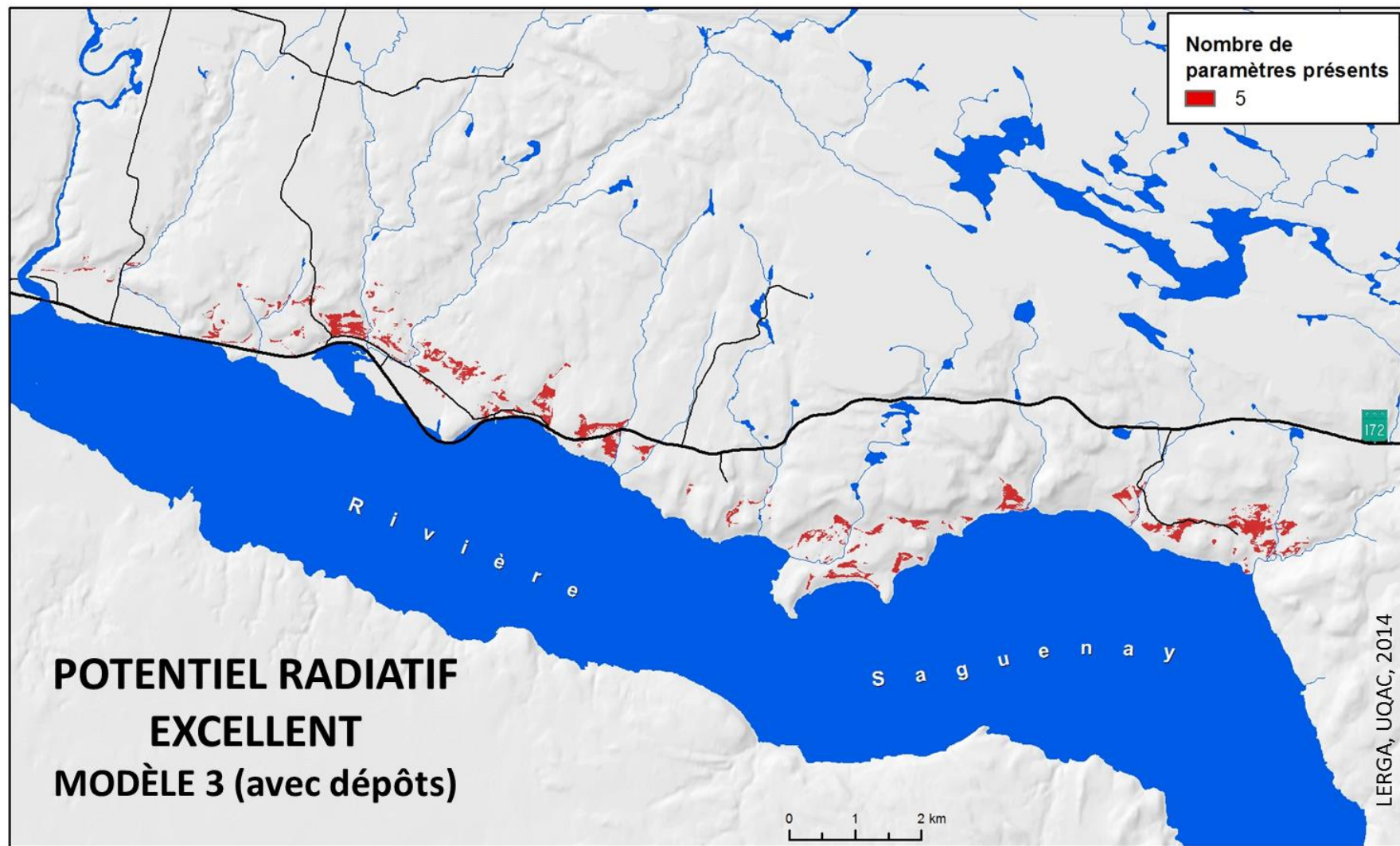
Lorsque nous extrayons du modèle 2 la classe la plus avantagée pour la pratique de l'horticulture (5 paramètres), il est plus facile d'en voir l'extension et la répartition spatiale (carte 37). Cela correspond à 820 ha qui s'allongent en fragments qui bordent la rivière Saguenay sous la forme de grandes taches relativement continues à l'ouest et aussi de multiples surfaces étalées dans la moitié est du territoire.

6.3.2 Répartition des meilleures terres en fonction du rayonnement solaire

Pour en savoir encore plus sur les meilleures terres, nous avons sélectionné les portions de terrain qui profitent le plus du rayonnement solaire, notamment en ne retenant que celles qui présentent des angles bénéfiques en termes de chaleur et de luminosité; autrement dit en écartant du modèle 2 les surfaces horizontales (carte 38). Ce qui a été gardé correspond aux valeurs dépassant 768 000 Wh/m². Les terrains pentus répondant aux 5 conditions s'étendent sur 139 ha éparpillés le long de la côte.



Carte 37 : Potentiel microclimatique : sélection des meilleures aires; modèle 2, avec dépôts (5 paramètres)



Carte 38 : Potentiel radiatif excellent (sur les pentes exposées) : modèle 3, avec dépôts (5 paramètres)

6.3.3 Délimitation des terres plus avantageuses : oasis particulières dues aux parois verticales

Ajoutons que les modèles précédents illustrent l'étendue et la localisation des terres où il y aurait des microclimats propices à des cultures exigeantes sur le plan climatique. Pourtant, il reste un paramètre qui a été négligé dans les analyses précédentes, c'est le cas des parois verticales dont on a parlé plus haut. On se souviendra que les parois qui sont orientées vers le sud sont chauffées par le soleil, accumulent de la chaleur et peuvent la restituer aux alentours (carte 23).

Il faut dire que quelques participants qui ont répondu au questionnaire ont clairement affirmé qu'ils avaient observé le phénomène, soit une influence profitable aux cultures situées en contrebas des fortes pentes (parois, talus, anciennes falaises). Un horticulteur en particulier démarre toujours ses cultures en plein champ au pied d'une pente très forte, d'un dénivelé de 60 mètres, et cela dans une parcelle de 100 mètres de largeur. C'est ce que nous appelons le troisième Soleil, celui qui constitue avec le premier Soleil (le rayonnement direct) et le deuxième Soleil (réflexion sur l'eau) l'ensemble énergétique du territoire.

Ne pourrait-on pas affirmer que tous les terrains situés au pied des pentes fortes et orientés au sud, au sud-est et au sud-ouest ont une plus grande valeur en termes agricoles?

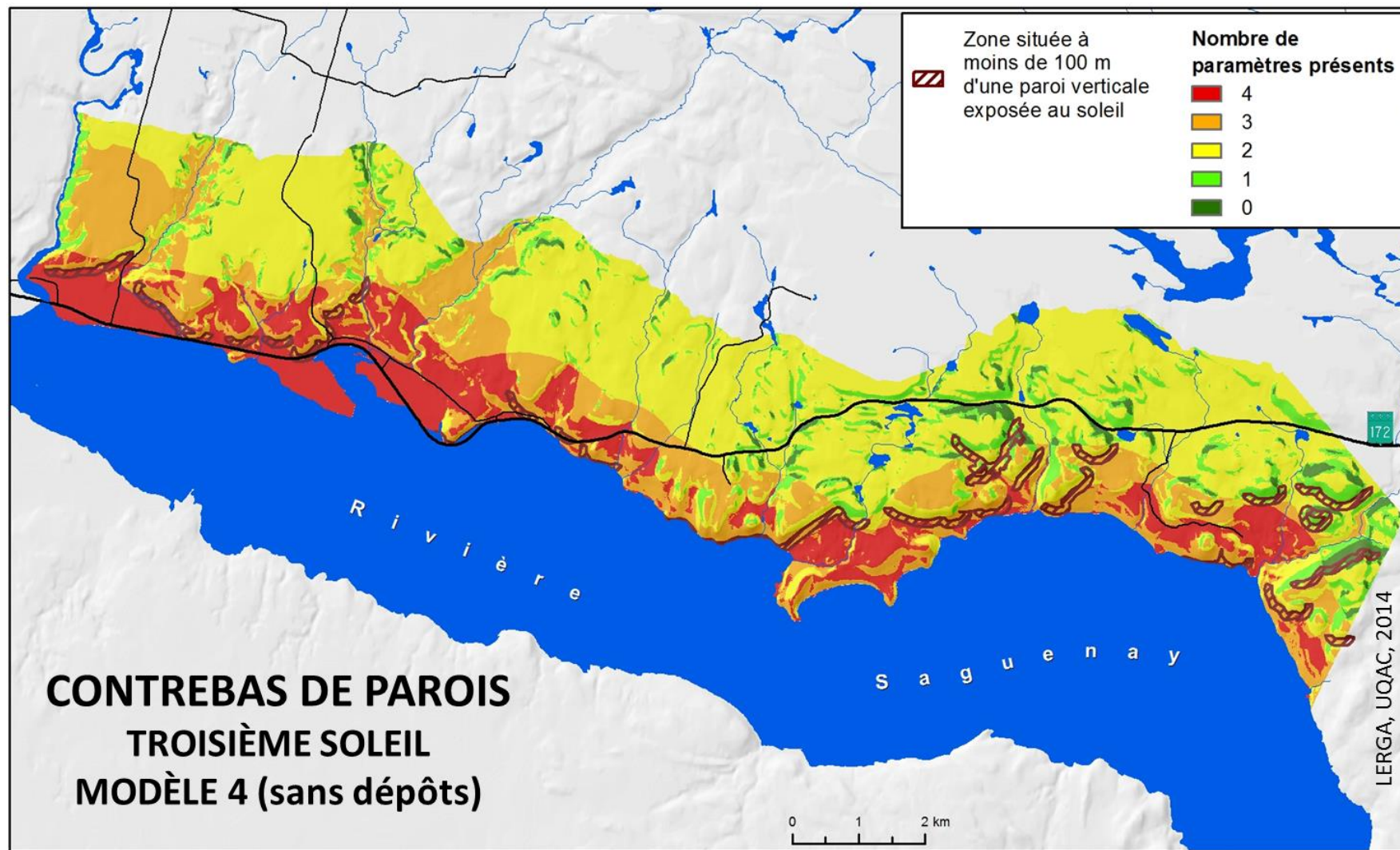
C'est alors que la délimitation des bandes de 100 mètres au pied des fortes pentes a permis de définir, parmi les terres à potentiel microclimatique déjà cartographiées, celles qui auraient un avantage supplémentaire. Nous nous sommes basés sur les cartes de l'inclinaison et de l'orientation des pentes.

Il a alors été possible de déterminer qu'il y a quelques portions de territoires de qualité supérieure où le potentiel microclimatique atteint un niveau incomparable. Deux modèles cartographiques ont été produits. Le premier, le modèle 4, est constitué de la carte du potentiel (sans tenir compte des dépôts de surface); des bandes de longueurs différentes mais de 100 mètres de largeur sont superposées à l'information de base (carte 39). Plus d'une trentaine de rubans s'étendent souvent parallèlement aux rives de la rivière Saguenay. On remarque que plusieurs bandes reposent sur la classe du plus fort potentiel, et cela confère à ces surfaces un avantage particulier en matière microclimatique (certains diront un plus (+)). Il y a 35 ha de terrains à fort potentiel qui jouissent de cette supériorité. Par contre, il ne faut pas délaissier les contrebas situés dans des classes moins élevées et dont la présence augmenterait la qualité microclimatique de ces étendues.

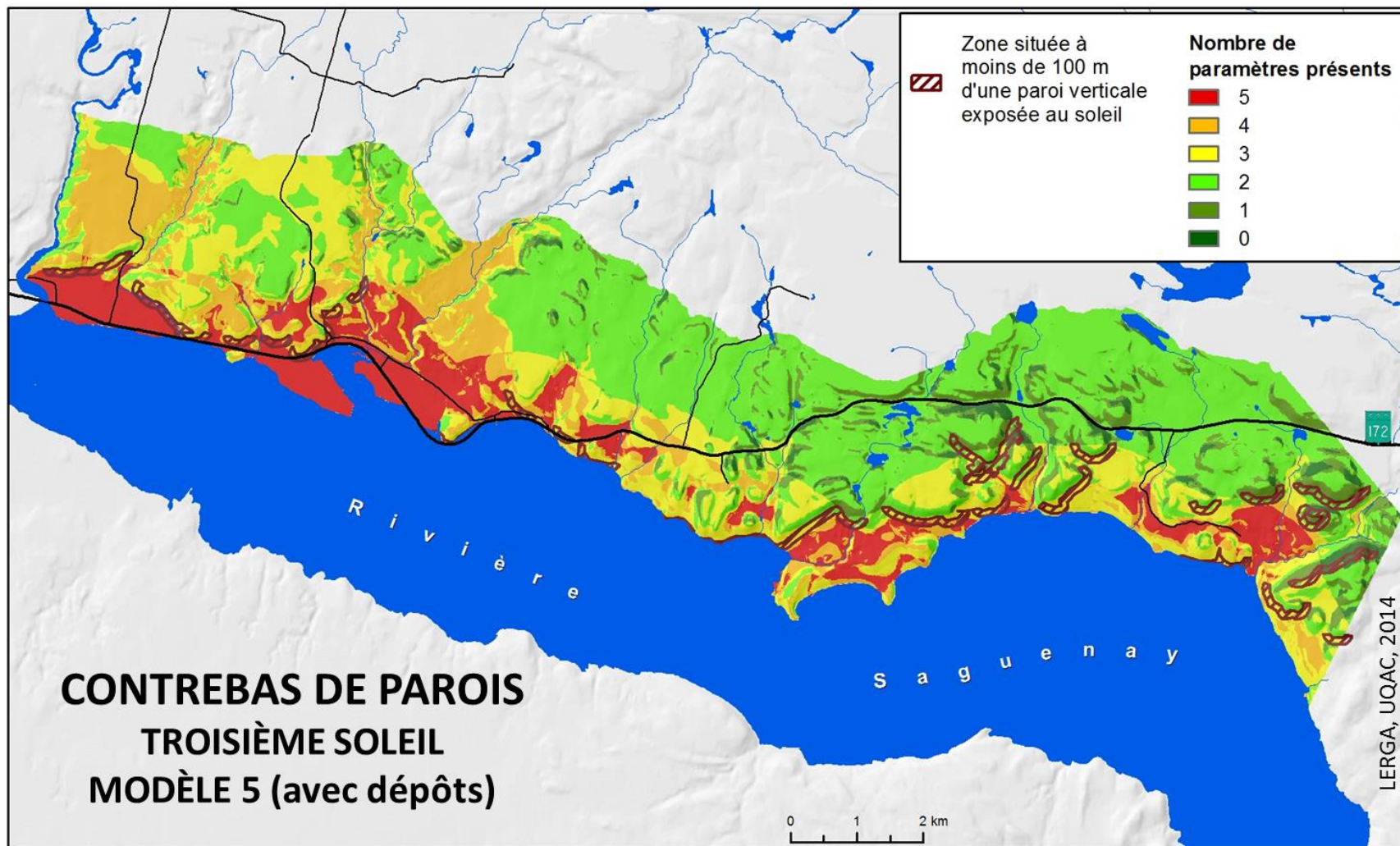
La seconde représentation cartographique, le modèle 5, reprend la même information concernant les contrebas de parois. Cependant, elle se superpose à la carte du potentiel microclimatique pour l'horticulture incluant les dépôts de surface (carte 40). Dans le cas présent, les superficies de superposition sont plus restreintes. Là encore, se dégagent des aires qui, malgré leurs petites superficies, jouissent d'un potentiel supérieur.

Somme toute, ces modèles, ces représentations cartographiques, c'est-à-dire ces synthèses à la fois de l'information et de la géographie, constituent des instruments de réflexion sur ce que pourrait être le développement de l'horticulture dans la municipalité.

**Nous avons découvert un trésor,
un trésor à préserver et à mettre en valeur.**



Carte 39 : Contrebas de parois : troisième Soleil, modèle 4 (sans dépôts)



Carte 40 : Contrebas de parois : troisième Soleil, modèle 5 (avec dépôts)

7. PISTES D'AMÉNAGEMENT

Maintenant que sont connues les terres à fort potentiel microclimatique, il est venu le temps de se poser la question suivante :

Si on avait à étendre l'horticulture sur les terres à fort potentiel microclimatique, que devrait-on convertir?

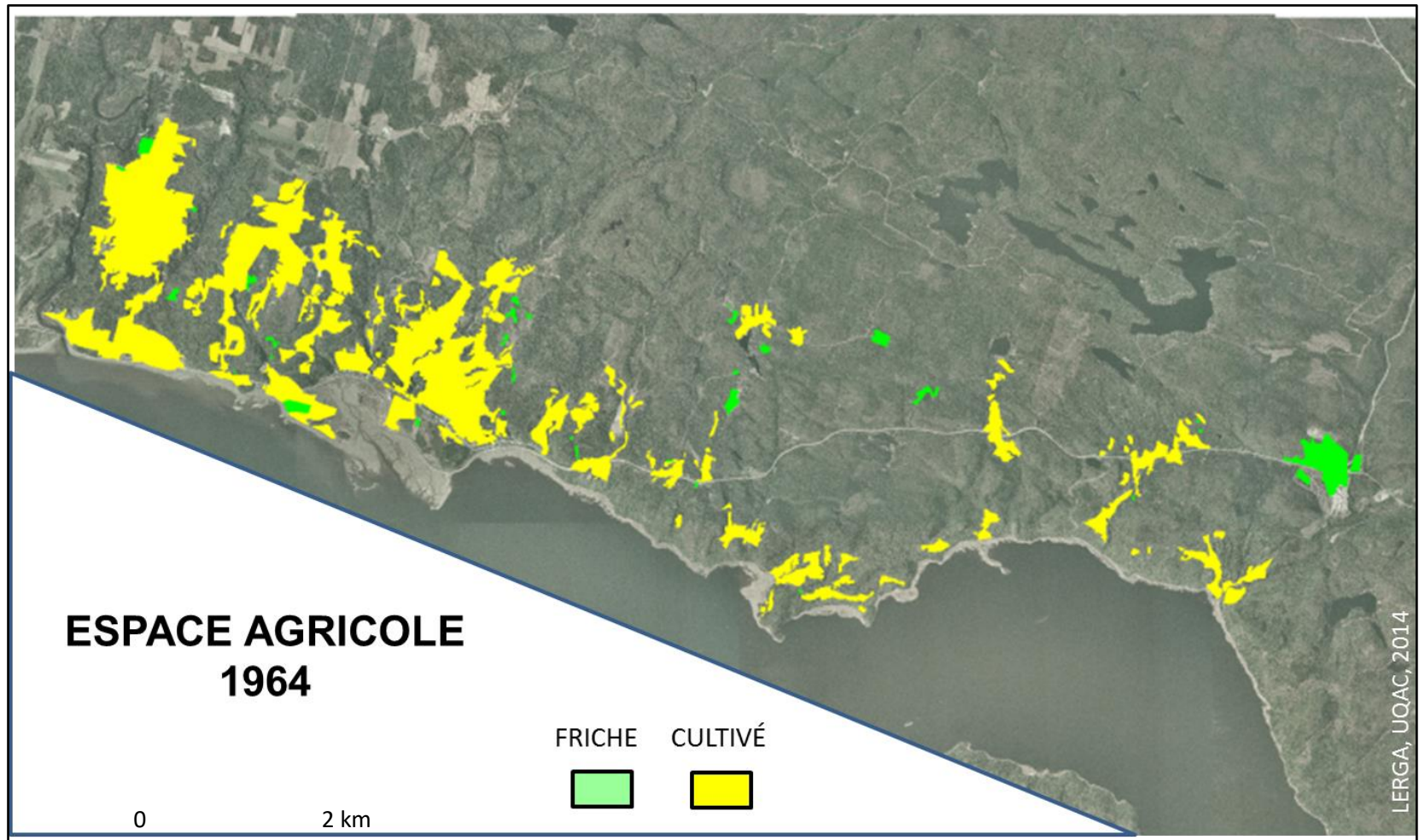
Autrement dit, y a-t-il, par exemple, des terres en grandes cultures, en friche, en plantations, en forêts, etc. qui pourraient être reprises pour y pratiquer l'horticulture?

7.1 Recul de l'agriculture depuis 1964

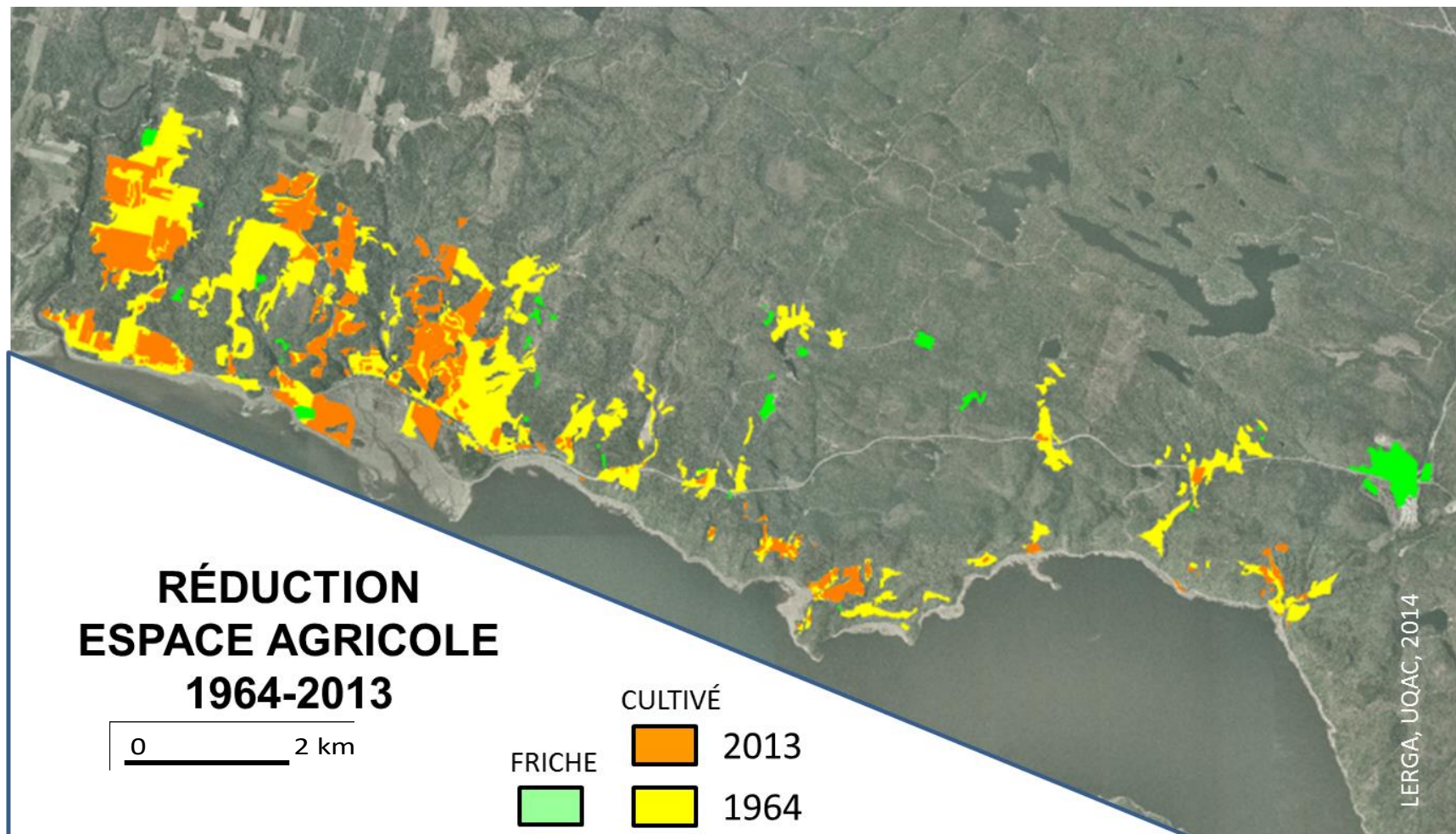
Avant de faire la description détaillée de l'utilisation du sol, il va de soi qu'un retour dans le temps s'impose, surtout dans la mesure où il y a eu un recul important de l'agriculture dans la municipalité au cours des dernières décennies. En effet, la consultation de certaines données du Recensement du Canada (agriculture) démontre clairement qu'il y a eu une réduction sérieuse entre 1961 et 1991 à la fois de la superficie agricole (-64 %), des terres en cultures (-65 %), du nombre de bovins (-83 %) et du nombre d'exploitations (tableau 20). En fait, il ne restait que 412 ha en cultures sur 1 189 ha 30 ans plus tard. Pour corroborer cette évolution, nous avons cartographié, pour 1964, les surfaces agricoles dans le corridor étudié. Il en résulte que les 1 296 ha de 1961 sont rendus à 543 ha, soit une diminution de 753 ha (-58 %). La carte 41 montre ce qui était cultivé en 1964. La carte 42 illustre le rapport entre l'image antérieure et l'image actuelle; ce qui est cultivé en 2013 (240 ha) est représenté en orange et ce qui a été abandonné, en jaune.

	1961	1991	Différence	Différence (%)
Bovins (nb)	945	157	-788	-83,39
Exploitations (nb)	56	16	-40	-71,43
Superficie agricole (ha)	5 293	1 930	-3 363	-63,54
Terres en cultures (ha)	1 189	412	-777	-65,35

Tableau 20 : Réduction de l'écoumène agricole de 1961 à 1991 (Recensements du Canada)



Carte 41 : Espace agricole 1964



Carte 42 : Réduction de l'espace agricole 1964-2013

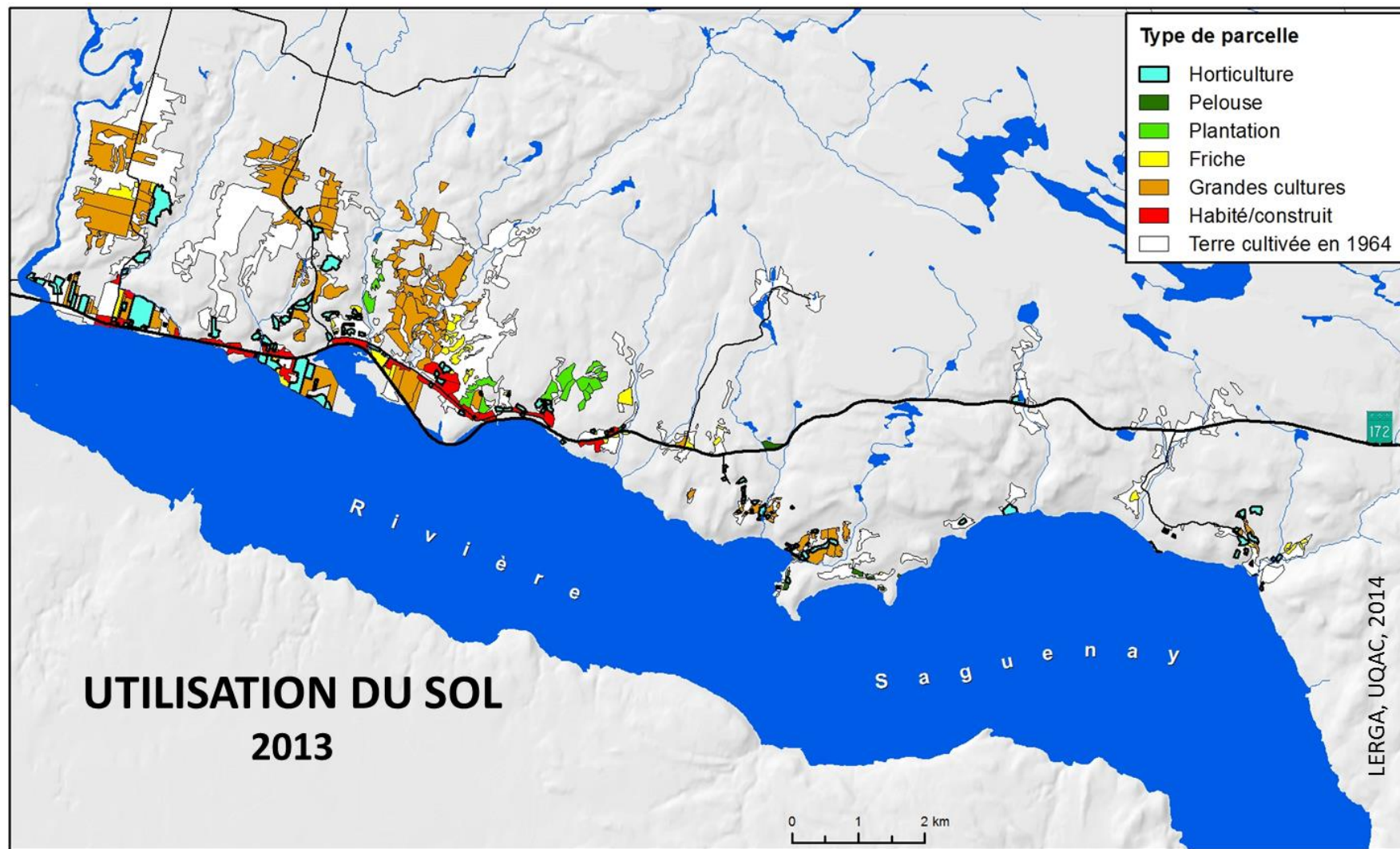
7.2 Utilisation actuelle du sol

Le portrait actuel de l'utilisation du sol dans le corridor étudié constitue un point de départ du raisonnement dans notre optique d'aménagement. La carte 43 illustre la répartition des modes d'utilisation du sol en 2013. On y voit les surfaces de différentes tailles et de catégories variées. Il faut dire que le relevé rassemble ce qui se trouve dans tout le territoire. Il y a évidemment ce qui appartient aux terres favorables à l'horticulture et aussi ce que l'on trouve ailleurs dans les limites du territoire. Dans ce dernier cas, il y a beaucoup de terres en grandes cultures (en gris foncé) et des terres boisées qui étaient en cultures en 1964.

Par contre, si nous nous concentrons sur les terres délimitées par le potentiel horticole (modèle 2), il y a un total de 820 ha de superficie. La forêt couvre la plus grande partie du territoire avec 324 ha (40 %) des superficies, suivie des grandes cultures avec 146 ha (18 %), de l'agriculture de 1964 avec 132 ha (16 %), de l'horticulture (appelée aussi agriculture sophistiquée) avec 88 ha (11 %), de l'espace habité/construit avec 79 ha (10 %), des plantations avec 23 ha (3 %), des friches avec 22 ha (3 %) et de la pelouse avec 5 ha (0,5 %). Voir le tableau 21.

Utilisation du sol	Territoire au complet Superficie (ha)	5 paramètres Superficie (ha)	Pourcentage sur la superficie (5 paramètres)
Pelouse	8	5	0,5
Friches	49	22	2,5
Plantations	43	23	3,0
Habité/construit	92	79	9,5
Horticulture	125	88	10,5
Grandes cultures	439	146	18,0
Autres	4 816	457	56,0
TOTAL	5 572	820	100,0

Tableau 21 : Superficies de grandes catégories d'utilisation du sol sur le territoire et sur les terrains comportant 5 paramètres



Carte 43 : Utilisation du sol de toutes les parcelles cartographiées en 2013

7.3 Conversion de l'utilisation du sol

Que se passerait-il si l'on superposait les aires à potentiel horticole aux terres non encore aménagées à cette fin? Autrement dit, si l'on avait à convertir en horticulture les terres cultivables, à partir de quoi le ferait-on? Que devrait-on convertir?

La réponse apparaît à la suite de la superposition de la carte des terres à fort potentiel à celle de l'utilisation du sol. L'image qui en résulte présente de multiples portions de terrain réparties irrégulièrement dans le corridor à l'étude (carte 44). On constate premièrement que l'horticulture actuelle occupe uniquement 84 ha (11 %) sur les 791 ha des terres à fort potentiel (tableau 22). Puis, on remarque que les 621 ha qui restent pourraient être convertis à partir des 436 ha de terres qui sont actuellement boisées (forêt et champs autrefois cultivés), de 146 ha en grandes cultures, de 13 ha de terres en plantations, de 22 ha de terres en friche, de 4 ha de terres en pelouse et de 75 ha de terrains habités et construits (diagramme 8). Cette dernière conversion peut paraître ambiguë. En effet, elle signifie deux choses qui ne sont pas contradictoires : la première indique que l'urbanisation s'est développée sur des terres propices à l'horticulture par la construction de maisons et de bâtiments; la seconde montre que des habitants jouissent dans leur cour d'un fort potentiel climatique qu'ils pourraient exploiter à des fins agricoles.

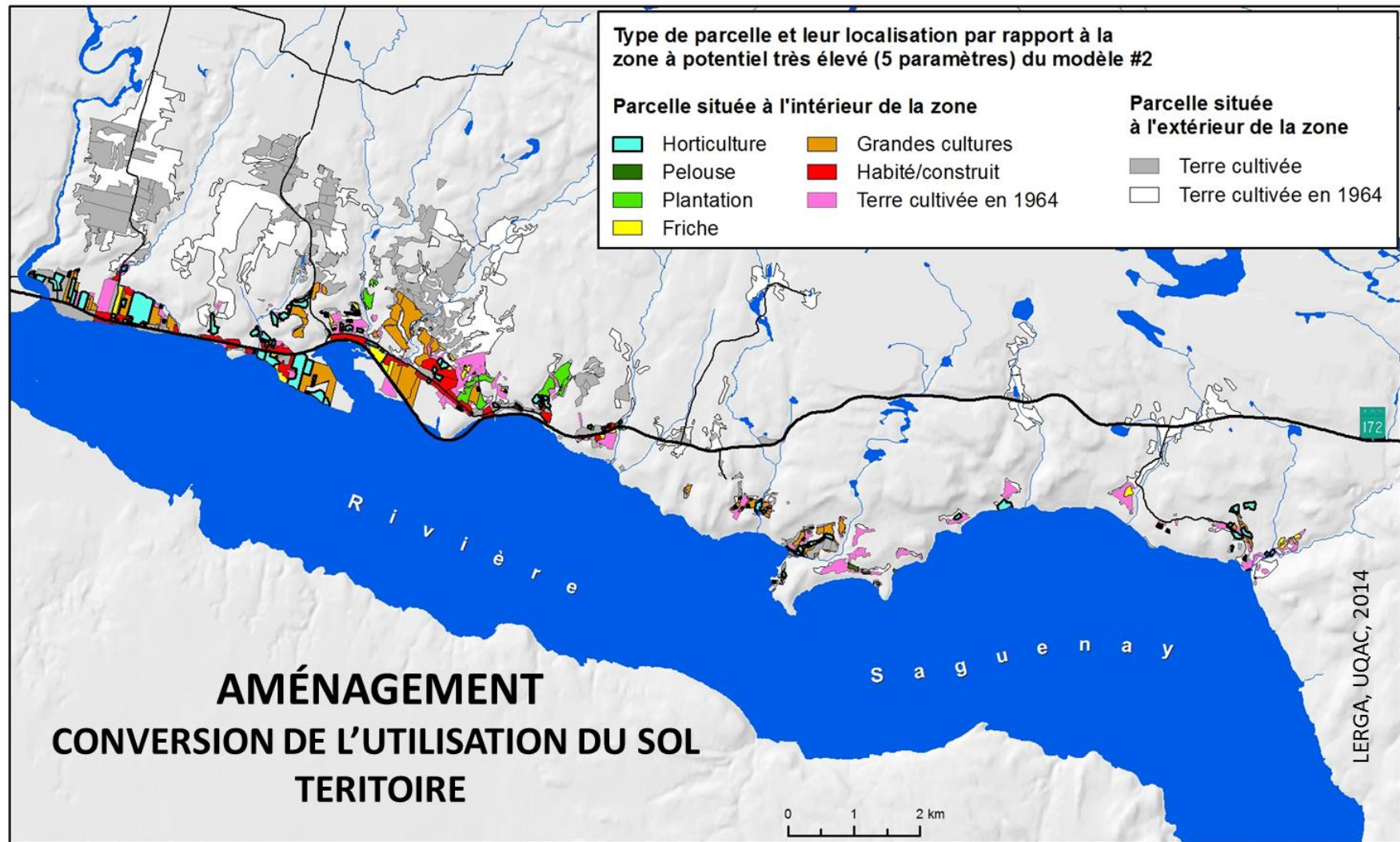
Catégories (ha)	Valin	Joseph	Louis	Pendant	Foins	Village	Pins	Pelletier	Territoire
Grandes cultures	33,00	0,00	2,80	32,00	33,20	22,00	16,00	7,80	146,80
Friche	3,00	0,00	0,00	2,00	2,60	10,00	0,00	4,10	21,70
Plantations	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	6,00	0,00	0,00	13,00
Pelouse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	4,00
Agriculture 1964	15,00	8,30	2,20	20,00	0,70	32,00	30,00	19,30	127,50
Forêt	23,00	37,60	9,70	16,00	0,90	71,00	72,00	78,20	308,40
Total 6 catégories	74,00	45,90	14,70	77,00	37,40	143,00	120,00	109,40	621,40
Total 5 paramètres	119,00	45,90	14,70	79,00	88,30	198,00	130,00	116,50	791,50
Augmentation en nb de fois	1,64	0,00	0,00	38,50	0,73	2,60	12,00	15,41	-

Tableau 22 : Superficies à convertir par zone agrogéographique

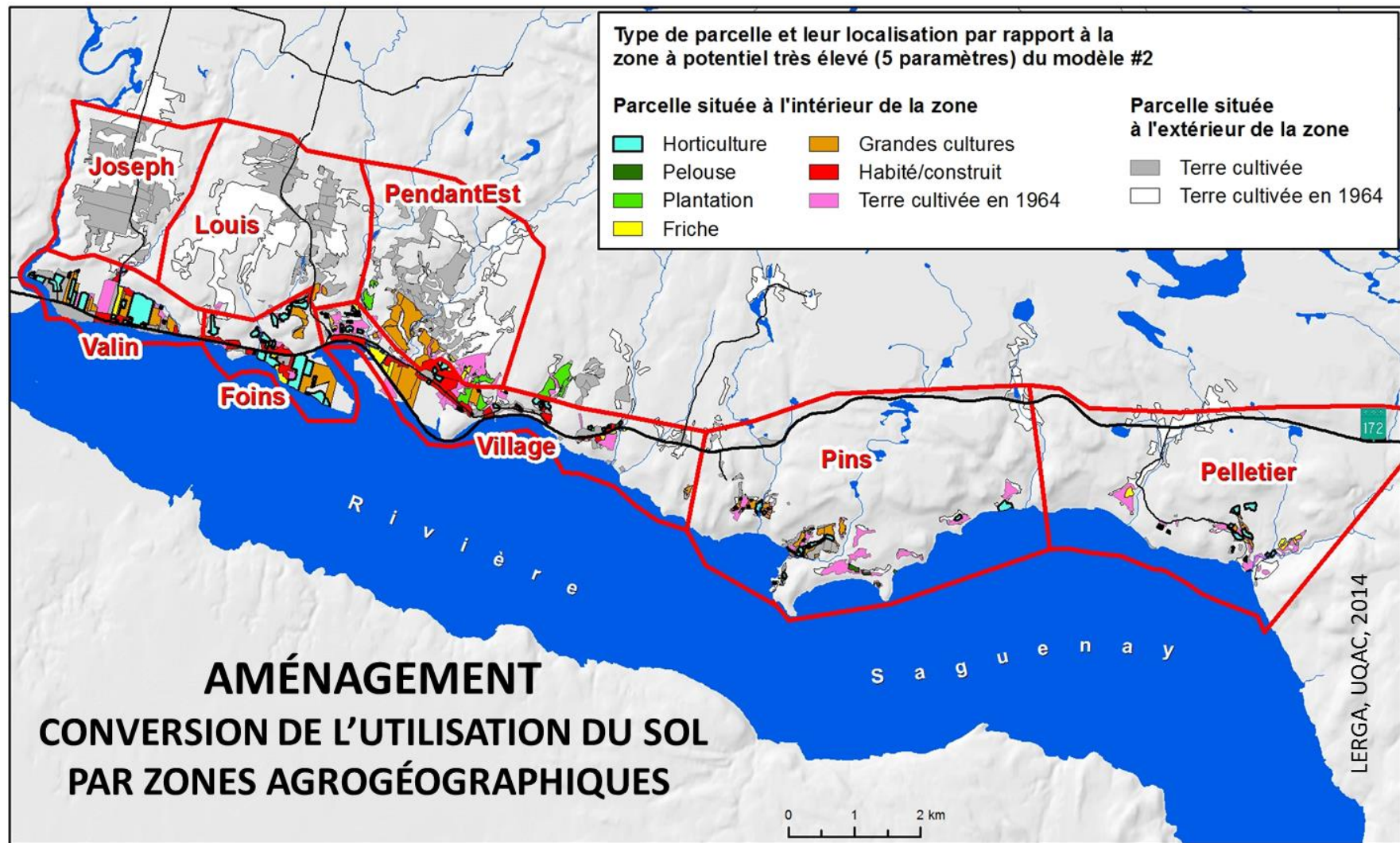
L'examen approfondi révèle une grande variabilité par zone agrogéographique (carte 45). En effet, on remarque ceci :

- la zone qui pourrait étendre le plus l'horticulture est Village avec un gain de 143 ha; elle est suivie par les zones Pins avec 120 ha, Pelletier avec 109 ha, Pendant avec 77 ha, Valin avec 74 ha, Joseph avec 46 ha, Foins avec 37 ha et Louis avec 19 ha;
- les zones Pelletier, Pins et Village occasionneraient de forts gains sur la forêt, surtout si l'on y ajoutait les aires abandonnées depuis 1964 : autour de 100 ha;
- à ce propos, en moyenne par zone, il y a 15 ha à se réappropriier depuis des terres ayant été cultivées il y a 50 ans; la zone Village avec 32 ha et la zone Pins avec 30 ha sont en haut de la liste;
- les zones Valin, Pendant et Foins pourraient étendre les surfaces en horticulture sur un peu plus de 30 ha chacune à partir des grandes cultures;
- les zones Pendant et Village pourraient gagner de 6 à 7 ha à partir de surfaces reboisées (plantations);
- il y a 10 ha de friches qui pourraient être récupérés dans la zone Village.

Nous savons pertinemment que ces propositions d'aménagement ne peuvent pas être complètement réalisables. Elles constituent néanmoins des pistes de réflexion, à notre avis, incontournables dans un futur envisageable.



Carte 44 : Aménagement : conversion de l'utilisation du sol, territoire



Carte 45 : Aménagement : conversion de l'utilisation du sol par zone agrogéographique

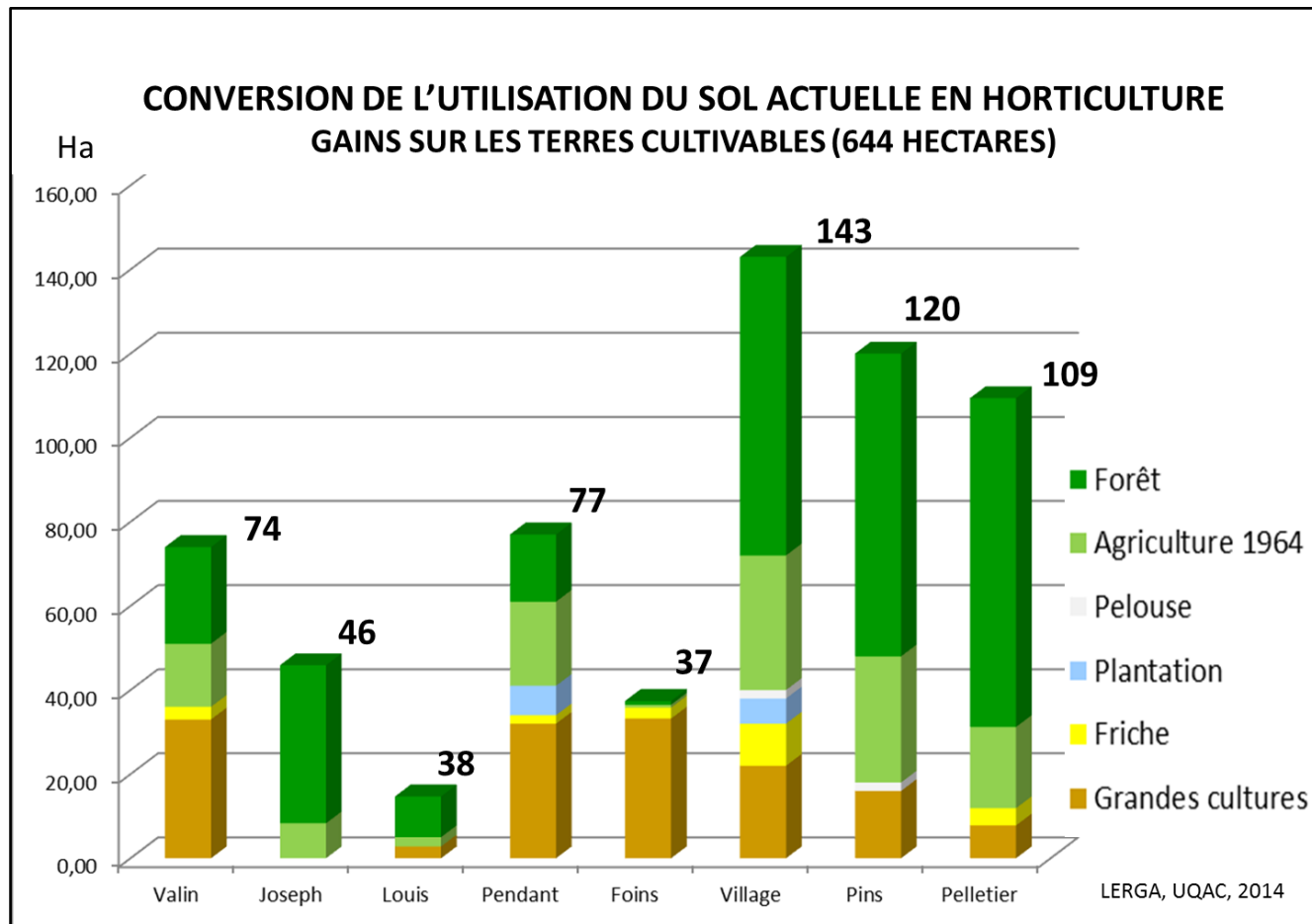


Diagramme 8 : Conversion de l'utilisation du sol actuelle en horticulture : gains sur les terres cultivables

Conclusion

La principale motivation qui occupait notre esprit au moment d'entreprendre cette étude était de savoir s'il était possible de jeter un nouveau regard sur les ressources, particulièrement sur les ressources naturelles. Et, dans le cas qui nous intéressait, il s'agissait d'évaluer le potentiel microclimatique de la municipalité de Saint-Fulgence pour l'agriculture, notamment pour l'horticulture. Comment s'y prendre? Peut-on arriver à des résultats? Ces résultats seront-ils utiles en matière d'aménagement?

Résultats

L'étude visait premièrement à mettre au point un outil capable de délimiter les zones présentant des signes de microclimats favorables à la culture de produits agricoles difficiles à réussir dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (une zone boréale), somme toute, des cultures plus exigeantes en termes climatiques. Elle visait également à imaginer des pistes nouvelles d'aménagement quand on tient compte des terrains à fort potentiel à la fois climatique et agricole. Nous croyons avoir réussi.

Un inventaire cartographique des cultures dans un corridor d'une largeur de 3 km longeant la rivière Saguenay a permis de connaître la répartition des parcelles en cultures et la diversité de ces dernières. Il y a 240 ha en cultures dont 88 en horticulture.

L'analyse cartographique fine du terrain a permis d'en savoir plus sur ses caractéristiques physiographiques et géologiques comme l'altitude, la proximité de la rivière Saguenay, l'inclinaison et l'orientation des pentes, le rayonnement solaire et les dépôts de surface.

La préférence des parcelles en horticulture (c'est-à-dire en agriculture intensive) en matière de physiographie et de géologie a été déterminée par l'assemblage des conditions de « station » sur lesquelles elles reposaient. C'est la caractérisation des sites où l'on pratique l'horticulture.

La combinaison cartographique des conditions a permis d'élaborer des modèles (représentations cartographiques). Ceux-ci ont permis de délimiter les surfaces à potentiel favorable à l'horticulture. En fait, on pourrait étendre cette forme d'agriculture sur de nouvelles surfaces, c'est-à-dire 621 ha, soit 7 fois plus que ce qui est cultivé actuellement.

La recherche des aires à potentiel vraiment supérieur a été complétée par la localisation des contrebas de parois, ces bandes étroites jouissant de chaleur supplémentaire.

Finally, if one decided to use all the space with high horticultural potential, it would be necessary to proceed to conversions: clear forests, recover areas that were cultivated in the past, reclaim lands that have been reforested (plantations), replace large crops, recover fallow lands, etc. It would not be necessary to forget to encourage inhabitants to replace lawns with vegetable gardens, to plant fruit trees and to get into arboriculture. In fact, it would be a beautiful project for the development of the territory.

Nouveautés

The study has demonstrated that there is an undeniable presence of demanding crops, notably in horticulture. It is unique in the Saguenay-Lac-Saint-Jean region in that it is found in front of a concentration of so many activities. On the climatic map, these crops are clear signs of the presence of favorable microclimates for horticulture.

Let us recall that the conditions that we have detected, conditions that are favorable for the horticultural activity in Saint-Fulgence to continue and especially to expand further, are the following: an altitude of 115 meters or less, at a distance from the Saguenay River of 1 000 meters or less; flat lands or slopes inclined between 0 and 13 degrees and oriented south, south-east or south-west; an annual solar radiation superior to 735 000 Wh/m²; surface deposits composed of clay, silt and alluvions. Then, even if we have not studied this condition in depth, we have observed it on the terrain and we have been informed, there is a protection from the winds, especially from the dominant winds coming from the west and north-west. Let us also mention the windbreaks on the talus.

The study is based on the principles of the scientific method. In fact, the analyses are based on facts and they call for data of reliable values as well as to technical means that have been tested. The methodology that has been developed is not, neither more nor less, than a procedure to reach a better use of resources and, in the present case, a cartographic model of interventions. It is also an instrument that can be exported to other territories. Let us first think of this long corridor starting from the place called Tableau plus bas on the Saguenay River up to the Terres-Rompues (Shipshaw) upstream and even beyond the dams at Saint-Charles-de-Bourget, for example. Nothing prevents us from thinking of the sunlit lands to the north of Lac Saint-Jean that would have conditions that are just as favorable, but in a different context in what concerns the mass of water (covered for a long time by ice on the one hand; warmer in summer, on the other hand).

We believe we have laid the basis for the definition and the delimitation not only of dozens of microclimates, but also of particular terroirs, a concept so dear to amateurs of unique agricultural products, distinct, or even personalized.

Aller plus loin

It is true that, in the present study, we would have liked to complete the inventory by taking into account the protection from the winds, something that will be done later. In certain cases, it would have been interesting to be able to rely on more precise cartographic data, notably in the

qui concerne les dépôts meubles. Là encore, cela pourrait être amélioré avec un inventaire-terrain détaillé. Nous aurions bien voulu intégrer les données satellitaires sur la thermographie nocturne : ce sera pour la suite des choses.

L'aspect économique de l'horticulture reste à évaluer. Combien de personnes dépendent de l'activité agricole et plus précisément de l'activité horticole pour vivre à temps plein et à temps partiel? Quel est l'apport économique à la vitalité de la municipalité : approvisionnement et achats d'intrants? Quel est et quel serait l'impact de l'autoconsommation?

Il n'en reste pas moins que le thème de la microclimatologie pourrait être étudié davantage. Ne pensons qu'à la perception des microclimats auprès de la population en général, à des mesures climatiques (données) prises sur le terrain, à des observations sur la végétation naturelle (présence d'espèces et phénologie). À ce propos, la zone d'extension potentielle de l'agriculture que nous avons délimitée pourrait être un creuset dans lequel les premières opérations d'inventaire de la végétation naturelle significative pourraient être menées.

Ajoutons également que le développement de l'horticulture à Saint-Fulgence, et ailleurs où les conditions sont favorables, s'intègre à d'autres dimensions naturellement connectées à cette activité : l'agriculture de proximité, l'agriculture urbaine, la transformation sur place des produits agricoles, l'agrotourisme et l'écotourisme, pour n'en citer que quelques-unes.

Cette recherche, sur le plan des nouveautés, nous a conduits à découvrir qu'à Saint-Fulgence, il y a la jonction de l'énergie solaire sous trois formes : 1) le rayonnement venant directement du soleil, 2) la réflexion de la lumière sur l'eau de la rivière Saguenay et 3) la chaleur se dégageant des parois ensoleillées. Somme toute, la région étudiée profite de l'existence de ces TROIS SOLEILS (Gauthier et Lambert 2015).

Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de cette étude. Certes, il y a l'équipe de recherche du LERGA à l'UQAC, mais aussi les participants à l'inventaire. Parmi eux, comptons les personnes qui ont suivi le déroulement de la recherche, qui nous ont confortés, nous ont guidés et qui, nous l'espérons, continueront à s'investir dans la mise en valeur du territoire. Un merci particulier à Réal Beaugard pour son aide technique et à Stéphanie Bissonnette pour la révision linguistique.

Bibliographie

- BARRIAULT, Évelyne, 2012, *La géomatique au service de la viticulture dans la région de Brome-Missisquoi*, Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/production/Pages/geomatiqueauservedelaviticulture-bm.aspx>.
- BELSEY PRIEBE, Maryruth, 2011, An Overview of the 100-Mile Diet, *Ecolife*, <http://www.ecolife.com/health-food/eating-local/100-mile-diet.html>.
- Bing, Images satellite, www.bing.com.
- BOUCHARD, Denis, 2012, Un rêve gourmand (éditorial), Chicoutimi, *Le Quotidien*, 23 mars, p. 10.
- Canada, 1961, *Recensement de l'agriculture*, Ottawa.
- Canada, 1991, *Recensement de l'agriculture*, Ottawa.
- Canada, 2005, *Unités thermiques maïs*, Service national d'information sur les terres et les eaux, Agriculture et Agroalimentaire Canada, <http://nlwis-snite1agr.ca/chu-utm/?lang=fr-ca>.
- Canada, 2008, Agriculture et Agroalimentaire Canada, *Zones de rusticité des plantes au Canada 2000*, <http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/climate/hardiness/intro.html>.
- Canada, 2009, *Géobase*, Conseil canadien de la géomatique, <http://www.geobase.ca/geobase/fr/index.html>.
- CARON, Dany, 2009, *Photo aérienne oblique de Saint-Fulgence*, http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Vue_a%C3%A9rienne_de_Saint-Fulgence04.JPG.
- CARREGA, Pierre, 2003, Le climat aux échelles fines, Applications de la climatologie aux échelles fines, Briançon, Résumés du XV^e colloque de l'Association internationale de climatologie, dans *Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté*, Presses Universitaires Franche-Comtoises, p. 9; et Publication de l'Association internationale de climatologie, vol. 15, p. 19-30.
- Centre de recherche et de développement en agriculture (CRDA), 2006, *MRC du Fjord-du-Saguenay : caractérisation et potentiel de remise en production du territoire agricole inoccupé par l'agriculture pour le secteur nord du Saguenay*.
- Copa-Cogena, 2013, *L'eau et l'agriculture dans le contexte du changement climatique*, www.agropolis.fr/pdf/actu/2013-dossier-de-presse-sesame.pdf.

- CRÉ, 2007, *Plan quinquennal 2007-2012*, Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean, http://www.creslsj.ca/data/images/CRE_doc/plan_quinquennal/plan_qinquennal_07-12.pdf.
- CRÉ, 2012, *Fonds de recherche agroalimentaire axé sur l'agriculture nordique au Saguenay–Lac-Saint-Jean*, Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean, présentation faite à la MRC du Fjord, mars. PPT.
- DOUCET, Chantale, *L'agriculture multifonctionnelle, une priorité de développement pour plusieurs régions québécoises*, Éditions Vie économique, vol. 2, n° 4, <http://www.eve.coop/?a=95>.
- DOUCET, Roger, 1994, *La science agricole : climats, sols et productions agricoles du Québec*, Montréal, Éditions Berger, 609 p.
- DURANT, Rémi, et Jean-Paul LEGROS, 1981, Cartographie automatique de l'énergie solaire en fonction du relief, *Revue d'agronomie*, n° 1, p. 3-11.
- ESCOURROU, Gisèle, 1980, *Climat et environnement : les facteurs locaux du climat*, Paris, Masson, coll. Géographie, 182 p.
- ESRI, ArcGis, <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>.
- FAO, 2014, *Natural Resources and Environment: Land use*, <http://www.fao.org/nr/land/use/en/>.
- Fondation de l'entrepreneurship, 2003, *Le Saguenay–Lac-Saint-Jean pourra jouer un rôle majeur dans l'économie nord-américaine et mondiale*, <http://www.entrepreneurship.qc.ca/fr/apropos/actualites/titre-actualite.asp?id=15651&a=2003&m=6&p=8>.
- Futura Planète, 2015a, <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/qr/d/eau-faut-il-litres-eau-produire-932>
<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/climatologie-microclimat-6054/>.
- Futura Planete, 2015b, (<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/qr/d/eau-faut-il-litres-eau-produire-932/>).
- GAGNON, Mélyssa, 2015, Saint-Fulgence : la thèse du microclimat se précise, *Progrès-Dimanche*, 30 nov. p. 6.
- GAUDICHEAU, Florian, 2007, *La multifonctionnalité, un concept pour les agriculteurs ou pour les territoires?* Université du Maine, Master de géographie sociale et de développement durable, http://www.civam-bretagne.org/imgbd/File/Etat_art_gaudicheau_f.pdf.
- GAUTHIER, Majella-J. et Bruno GIRARD, 2010, *Microclimats à Saint-Fulgence : un potentiel certain*, Université du Québec à Chicoutimi, séminaire du GRIR, février, conf, en format ppt.
- GAUTHIER, Majella-J. et Mélanie LAMBERT, 2015, *Les trois Soleils de Saint-Fulgence : horticulture et microclimats*, Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Rimouski, conf., mai.
- GAUTHIER, Majella-J., 2011, *Triptyque sur la géographie appliquée au Saguenay–Lac-Saint-Jean : bleuets, microclimats et canot-camping*, Université du Québec à Chicoutimi, GRIR, conférence, disponible en format PPT, mai.

- GAUTHIER, Majella-J., 2012a, *Le potentiel microclimatique de Saint-Fulgence : projet*, Université du Québec à Chicoutimi, LERGA, texte remis lors de la rencontre à la mairie, 26 mars, 3 p.
- GAUTHIER, Majella-J., 2012b, Le regard sur les ressources au Saguenay–Lac-Saint-Jean : bleuets, microclimats et canot-camping, Université du Québec à Chicoutimi, GRIR, dans *Penser le développement*, sous la direction de Pierre-André Tremblay et de Suzanne Tremblay, Actes du colloque 2011, p. 163-174.
- GAUTHIER, Majella-J., 2012c, *Rêver d'un paradis agrotouristique boréal*, Colloque sur l'agrotourisme, Alma (organisé par le cégep de Saint-Félicien), conf., février.
- GAUTHIER, Majella-J., 2012d, *Projet de devis de recherche : Le potentiel microclimatique de Saint-Fulgence, une analyse géographique*, Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée, Université du Québec à Chicoutimi, document de travail, 29 p.
- GAUTHIER, Majella-J., 2014, Nouveaux regards sur les ressources au Saguenay–Lac-Saint-Jean : bleuets, microclimats et canot-camping, *Saguenayensia*, vol. 55, n° 2, p. 32-37.
- GEIGER, Rudolf, 1966, *The climate near the ground*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 611 p.
- GIRARD, Bruno, 2010, *Détermination de secteurs propices à la formation de microclimats favorables à l'agriculture en utilisant la géomatique : le cas de Saint-Fulgence*, Université du Québec à Chicoutimi, rapport de stage au LERGA, 42 pages et cartes (non publié).
- Google, Google Earth, [www. Google Earth.com](http://www.google.com/earth/).
- Groupe Leblond Bouchard, 2006, *MRC du Fjord-du-Saguenay : caractérisation du milieu agricole*.
- GUYOT, GÉRARD, 1999, *Climatologie de l'environnement : cours et exercices corrigés*, Paris, Dunod, colloque Enseignement des sciences de la vie, 505 p.
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Horticulture>.
- <http://www.agneaudufjord.com/>, *la Vieille Ferme*.
- <http://www.auxbonsjardins.com>: *Gîte aux Bons Jardins*.
- http://www.climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_f.html.
- <http://www.cosmovisions.com/geographieBotanique01.htm>.
- http://www.harvesttotable.com/2009/02/how_to_grow_carrots/.
- <http://www.lesjardinsdesophie.com/>.
- <http://www.marais-poitevin.org/html/MAIS.htm>.

- http://www.memoireonline.com/08/10/3782/m_Notes-decologie-generale8.html.
- <http://www.meteo-media.com/api/sitewrapper/index>.
- http://www.memoireonline.com/08/10/3782/m_Notes-decologie-generale8.html.
- <http://www.rivaz.ch/lavaux-et-ses-trois-soleils-fr350.html>.
- <http://www.toupie.org/Dictionnaire/Ecosysteme.htm>.
- <https://www.youtube.com/watch?v=Ji2FehwnYkc>, *Arborétum aux Grands-Chicots*.
- JURDANT, Michel J. BEAUBIEN, Jean-Louis BÉLAIR, Jean-Claude DIONNE et Vincent GIRARDIN, 1972, *La carte écologique du Saguenay–Lac-Saint-Jean*, Ottawa, Centre de recherche forestière, Sainte-Foy, Environnement Canada, Terres, Forêts et Faune, 3 volumes et carte.
- LARSON, Douglas William, Uta MATTHES and Peter E. KELLY, 2000, *Cliff ecology: pattern and process in cliff ecosystems*, New York, Cambridge University Press, 340 p.
- LERGA, 2014, *Atlas électronique du Saguenay–Lac-Saint-Jean*, Université du Québec à Chicoutimi, www.uqac.ca/atlas.
- LEVESQUE, Laura, 2012, Saint-Fulgence a tout pour elle : un climat exceptionnel pourrait en faire une destination agrotouristique, Chicoutimi, *Progrès-Dimanche*, 11 mars, p. 34.
- Magazine Environnement, <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/climatologie-microclimat-6054/>.
- MAPAQ, 2011a, *Livre vert pour une politique bioalimentaire : agriculture, pêcheries et alimentation, plan stratégique*, Québec, http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/mapaq_plan_strategique.pdf.
- MAPAQ, 2011b, *Plan de développement de la zone agricole (PDZA), guide d'élaboration*, Québec, <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/GuidePDZA.pdf>.
- MapInfo, Troy, NY, <http://www.mapinfo.com>.
- MAROTTA, Matt, 2014, *Topographic analysis of Elgin County for vineyard site suitability*, Ph.D. thesis, Brock University, <http://mattmarotta.weebly.com/nc-thesis-project.html>.
- MENYHART, Laszlo and Angéla ANDA, 2011, Global radiation and albedo in radiation system of Lake Balaton, *G. for Agric.*, vol. 14, N° 2, <http://www.georgikon.hu/tanszekek/meteor/docs/aa9.pdf>.

- MRC du Fjord-du-Saguenay 2012, *Extrait du Schéma d'aménagement et de développement révisé de la MRC du Fjord-du-Saguenay concernant l'implantation d'éoliennes*, http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole_riviere-du-moulin/documents/DB25.pdf.
- MRC du Fjord-du-Saguenay, 2007, *Pacte rural : plan de travail 2007-2014*, en collaboration avec le CLD du Fjord, <http://www.clddufjord.ca/docs/Plantravailpacterural07.pdf>.
- MRNF 1990), *Carte écoforestière à l'échelle de 1/20 000 (troisième programme d'inventaire forestier)*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-inventaire-cartes-liste-ecoforestiere.jsp>.
- MRNF, 2014, *Modèle numérique d'altitude (MNA) au 1/ 20 000*, Direction de la cartographie topographique du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/expertise/08_BDTQ_mai2008.pdf.
- Municipalité de Saint-Fulgence, 2012, *Site Internet*, <http://www.ville.st-Fulgence.qc.ca/Soci%C3%A9t%C3%A9deD%C3%A9veloppement/tabid/5482/Default.aspx>.
- Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 1996, *Manuel de foresterie*, Presses de l'Université Laval, 1 428 p.
- PARENT, Michel, Serge J. PARADIS et Ruth BOIVIN, 2010, *Formations superficielles, légende et notes descriptives (cartographie des dépôts de surface)*, 1/50 000 à 1/25 000, Version 11, Centre géoscientifique de Québec.
- PLEAU, Claire, 1969, *Esquisse du plan de développement : étude climatologique en fonction de l'agriculture*, Québec, Office de planification et de développement du Québec, Mission de planification régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean, annexe IV, 58 pages
- POULIOT, Audrey, 2012, L'Île d'Orléans du Saguenay, Chicoutimi, *Le Quotidien*, 26 février, p. 12.
- Québec, 1964, *Photographies aériennes noir et blanc*, ministère des Terres et Forêts, échelle 1/ 15 840, Q64174_141 et autres.
- Québec, 2007, *Photographies aériennes*, Cartothèque nationale, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Q07101_095_f07_56CM et autres, <http://www.quebecgeographique.gouv.qc.ca/approfondir/bibliotheque/geoinfo/index.asp>.
- Québec, 2011, *Plan Nord, Le potentiel de production bioalimentaire*, <http://www.plannord.gouv.qc.ca/potentiel/bioalimentaire.asp>.
- Québec, Programme ACCORD, 2008, *Créneau d'excellence de l'agriculture nordique axé sur le bleuet nain et la pomme de terre de semence, Stratégie de développement, Saguenay–Lac-Saint-Jean*, version 3.1 du 5 février.
- RAYMOND, René, 1971, *Pédologie de la région de Chicoutimi*, Québec, ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Service de la recherche et de l'enseignement, Division des sols, bull. technique n° 16, 120 p., http://www.irda.qc.ca/_ftbFiles/Etude_pedo/Etude_pedo_17.pdf, 120 p.
- ROSENBERG, Norman J., Blaine L. BLAD et Shashi B. VERMA, 1983, *Microclimate: the Biological Environment*, New York, John Wiley & Sons, 467 p.

- SHEHSM, 2007, *Tout sur les arbres fruitiers avec : monsieur Bertrand Gravel*, La Tuque, Société d'horticulture et d'écologie du Haut-St-Maurice, http://shehsm.fsheq.org/Activites/2007-11-06/Activite_20071106_Fruitiers.html.
- SIGEOM, 2011, *Les dépôts de surface (zone morpho-sédimentologique)*, Système d'information géominière du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, (la cartographie de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean a été déposée en 2011), http://sigeom.mrn.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_index.
- SIMARD, Gilbert, 2011, Le mot du maire, Saint-Fulgence, *Faucon en parle*, Société de développement de l'Anse-aux-Foins, n° 4, décembre, <http://www.ville.st-fulgence.qc.ca/LinkClick.aspx?fileticket=utWjG925Ank%3d&tabid=5433>.
- SIMIER, Paul, 2013, Les trois Soleils du vignoble de Lavaux, *Journal de Montréal*, 27 juin, <http://www.lavaux-unesco.ch/data/dataimages/Upload/Journal-de-Montreal-28-06-2013.pdf>.
- Société de développement de l'Anse-aux-Foins, 2012, *Services offerts*, <http://www.ville.st-fulgence.qc.ca/Soci%C3%A9t%C3%A9deD%C3%A9veloppement/tabid/5482/Default.aspx>.
- STAINHORPE, Paul, 2013, *Microclimates in New Zealand – Maximising agricultural output through use of microclimates*. (http://eureka.org.nz/uploaded/file/downloads/ROT15995%20Eureka%20Programme%20A5_4-WEB.pdf).
- STRAHLER, Arthur N., 1969, *Physical geography*, New York, John Wiley and Sons, 733 p.
- SYMONS, Leslie, 1970, *Agricultural Geography*, London, G. Bell and Sons, 283 p.
- TREMBLAY, Jean-Marie, 2011, *Pépinière fruitière Bertrand Gravel : album souvenir, Visite des retraités du cégep de Chicoutimi*, http://jmt-sociologue.uqac.ca/www/album_photos/2011_09_13_pepinier_Gravel/index.html.
- University of Nebraska, http://digitalcommons.unl.edu/ag_agron/.

Annexe A : Bibliographie récente

Ce complément bibliographique comprend la production de recherche qui a été réalisée entre 2015 et 2017. Cela s'explique par le fait que, depuis la réalisation du présent rapport en 2015, et sa diffusion effective en 2017, il y a eu des activités qui ont été effectuées. Elles n'ont pas été intégrées strictement dans la bibliographie principale du présent rapport et nous n'y faisons pas référence non plus dans le texte.

Voici donc ce complément :

- 2015, GAUTHIER, Majella-J., La recherche sur les microclimats en agriculture alimente la réflexion et l'action : le cas de Saint-Fulgence au Saguenay, *Journal de l'Agroalimentaire Saguenay-Lac-Saint-Jean*, p. 10, été.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Contribution à la géographie du potentiel microclimatique de Saint-Fulgence pour l'agriculture*, Conseil municipal de Saint-Fulgence, conf., 23 févr.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Contribution à la détermination des zones microclimatiques pour l'agriculture au Saguenay-Lac-Saint-Jean : le cas de Saint-Fulgence*, Université du Québec à Chicoutimi, LERGA, midi-conférence, Département des sciences fondamentales, conf., septembre.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Délimitation de microclimats favorables à l'agriculture à Saint-Fulgence, Québec (Canada)*. Dans : Consultation publique sur le Plan de développement de la zone agricole (PDZA) de la MRC du Fjord , 7 avril 2015, Saint-Honoré. <http://constellation.uqac.ca/2870/>, 6 mai.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Les trois Soleils de Saint-Fulgence : horticulture et microclimats*, ACFAS, Université du Québec à Rimouski, conf. 25 mai.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Les trois Soleils de Saint-Fulgence : un microclimat favorable à l'horticulture au Saguenay*, *Revue Urbanité*, n° automne, p. 11-13.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, *Microclimats et agriculture au Saguenay-Lac-Saint-Jean : le cas de Saint-Fulgence*, Bibliothèque de Jonquière, conférence enregistrée par MAtv Saguenay le 5 mai, disponible à la télévision et sur le Web, https://www.youtube.com/watch?v=nUV5_MTgxn0.
- 2015, GAUTHIER, Majella-J., *Planification de l'utilisation du sol : microclimats et agriculture à Saint-Fulgence*, Présentation à la MRC du Fjord en vue de la détermination du Plan de développement de la zone agricole (PDZA), conf., 7 avril.

- 2015, GAUTHIER, Majella-J., Study on Microclimates in Agriculture Providing Input for Reflection and Action: Case of St-Fulgence in Saguenay (Québec, Canada), Association canadienne de cartographie, *Cartouche*, n° 91, p. 11-12.
- 2016, BLACKBURN, Roger, Le paradis de la noisette, Chicoutimi, *Le Quotidien*, p. 12, 1 septembre.
- 2016, BLACKBURN, Roger, Un potentiel agrotouristique qui dort, Chicoutimi, *Le Quotidien*, 4 octobre.
- 2016, GAUTHIER, Majella-J., La température à Saint-Fulgence, Québec, Canada : étude exploratoire sur les microclimats favorables à l'horticulture, Université du Québec à Chicoutimi, LERGA, rapport de recherche, 82 p., août, <http://constellation.uqac.ca/3907/>.
- 2016, GAUTHIER, Majella-J., Mélanie LAMBERT et Carl BRISSON, Les microclimats favorables à l'agriculture au Saguenay–Lac-Saint-Jean : le cas de Saint-Fulgence, Les Conférences du GRIR, MaTV-Saguenay-Lac-Saint-Jean, vidéo, 57 minutes, https://www.youtube.com/watch?v=nUV5_MTgxn0.
- 2016, GAUTHIER, Majella-J., Température plus chaude à l'automne sur les basses terrasses de Saint-Fulgence, Université du Québec à Chicoutimi, LERGA, 6 p.
- 2016, SAVOIE-SOULIÈRES, Mélissa, Saint-Fulgence : terre fertile, Radio-Canada TV, reportage, <http://ici.radio-canada.ca/regions/saguenay-lac/2015/10/03/006-majella-gauthier-st-fulgence-agriculture.shtml>
- 2017, GAUTHIER, Majella-J., Géographie des ressources climatiques; microclimats en bordure de mer et leur potentiels agricoles, GRIR, UQAC, MaTV, conf. enregistrée devant être mise sur le Web prochainement.

Annexe B : Dépôts de surface

Formations superficielles, légende et notes descriptives 1/50 000 à 1/25 000

Michel PARENT, Serge J. PARADIS et Ruth BOIVIN 2010

Centre géoscientifique de Québec

Ap : Alluvions actuelles : sable, silt sableux, sable graveleux et gravier contenant fréquemment de la manière organique de 0,3 à 0,5 m d'épaisseur : levées, barres et plaines alluviales actuelles.

Ax : Alluvions des terrasses fluviales anciennes : sable, silt sableux et gravier contenant un peu de manière organique : de 0,3 à 3,5 m d'épaisseur; déposés dans des zones débordant des couloirs fluviaux actuels. Les faciès estuariens sont fréquents dans cette unité. Surface généralement marquée par des levées de barres alluviales et parfois remaniée par l'action éolienne; abaissement du niveau de base est visible par l'étagement des terrasses.

Cg : Dépôts de glissement de terrain : silts et argiles remaniés par des glissement de terrain et occupant les plus souvent des amphithéâtres marqués par des modelés chaotiques ou en gradin au pied de cicatrices de glissement; selon la nature du matériel recouvrant les argilo-silts marins, ces éléments peuvent comprendre des amas de sable ou de gravier entraînés par les glissements; épaisseur variant de 0,3 à 10 m.

LGb : Sédiments littoraux et pré littoraux : sable, sable silteux, gravier sableux et blocs; de 0,3 à 1,5 m d'épaisseur : sédiments remaniés le long des rives et à l'intérieur du lac glaciaire; montrant une surface parfois marquée par des crêtes de plage ou modifiée par l'action éolienne.

MGa : sédiment fins d'eau profonde : silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massifs, laminés, comprenant localement des rythmites; variant de moins de 0,3 à 40 m (en forage) d'épaisseur.

MGb : Sédiments littoraux et pré littoraux : sable, silt sableux, sable graveleux et graviers stratifiés et généralement bien striés : d'épaisseur variant de 0,3 à 2 m environ; mis en place en eau peu profonde; surface généralement marquée par des crêtes de plage et parfois remaniée par l'action éolienne.

MGd : sédiments deltaïques et prodeltaïques : sable, sable graveleux et gravier, stratifié et bien striés; mis en place à l'embouchure de cours d'eau se déversant dans la mer comprenant localement des sédiments silto-sableux prodeltaïques.

O : Sédiments organiques non différenciés.

Tc : Till en couverture généralement continue : diamicton comprenant des faciès de fond d'ablation; épaisseur supérieure à 1 et 29 m; localement fuselé.

Tm : Till en couverture mince discontinu : diamicton comprenant principalement des faciès d'ablation de moins de 1 m d'épaisseur et dont la surface est généralement ponctuée d'affleurements rocheux; la structure du roc sous-jacent transparaît sur les photographies aériennes. Unité présente principalement dans les régions de socle.

R : Roche en place non différenciée : principalement des anorthosites et des charnockites.

