

Université de Montréal

Identités culturelles et adaptation alimentaire dans la Vallée du Saint-Laurent entre les  
XVIIe et XIXe siècles : une méta-analyse isotopique

Par

Jacinthe Vigeant

Département d'anthropologie, Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de  
*Philosophiæ Doctor* (Ph.D.)  
en anthropologie

Avril 2023

© Jacinthe Vigeant, 2023

Université de Montréal  
Département d'Anthropologie, Faculté des Arts et Sciences

---

*Cette thèse intitulée*

Identités culturelles et adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent entre les  
XVIIe et XIXe siècles : une méta-analyse isotopique

*Présenté par*

**Jacinthe Vigeant**

*A été évaluée par un jury composé des personnes suivantes*

**Adrian L. Burke**

Président-rapporteur

**Isabelle Ribot**

Directrice de recherche

**Brad Loewen**

Membre du jury

**Klervia Jaouën**

Examineur externe

## Résumé

---

Cette méta-analyse révise et accroît le corpus de données d'analyses de la teneur isotopique du collagène osseux ( $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ ) et du carbonate des os et de l'émail dentaire ( $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ) mesuré sur quatre collections ostéologiques canadiennes, afin d'étudier l'identité culturelle et l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent, du XVIIe au XIXe siècle. Ces sites correspondent aux trois gouvernements de la colonie du Canada : le Vieux Cimetière de Trois-Rivières (1650-1865) et le cimetière de la première église paroissiale de Notre-Dame à Montréal (1691-1796), ouverts durant la période de la Nouvelle-France, et le cimetière Saint-Matthew à la ville de Québec (1771-1860) apparu au début du Régime Britannique. Le site de Sainte-Marie-de-Beauce (1748-1878) ajoute un comparatif, en contexte rural, à ces sites urbains.

Dans un premier temps, la compilation des données démontre une incompatibilité entre les chercheurs en ce qui concerne les  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène et les  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux mesurés. Pour explorer la variation en  $\delta^{15}\text{N}$ , l'effet de l'utilisation d'un agent acidifiant (acide chlorhydrique, HCl) a été testé, de même que la reproductibilité des résultats. Un enrichissement en  $^{15}\text{N}$  a été observé chez les échantillons traités avec du HCl à 2 % et 5 %. La variabilité des mesures entre les séquences d'analyses, malgré la constance de la mesure de l'étalon interne, n'a pu être expliquée.

Dans un deuxième temps, la diversité culturelle des sites a été explorée. Par l'analyse des comportements migratoires et alimentaires à l'enfance ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$  de l'émail dentaire, respectivement), des « identités culturelles » ont été suggérées, soit : possiblement Autochtone, Inuit, Canadien Français ou Anglais, Nord-Américain (Acadien, Louisianais ou Terre-Neuvien), prisonniers de la Nouvelle-Angleterre, individu de descendance Africaine et Européen. L'hypothèse de la mise en esclavage de certains de ces individus, basée sur trois caractéristiques, le lieu d'origine, le décès avant l'âge de 17 ans et un changement drastique d'alimentation, a permis de considérer cet aspect de l'histoire canadienne.

Dans un troisième temps et finalement, l'étude du carbonate des os ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) de même que du collagène osseux ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ ) a permis d'aborder l'adaptation alimentaire au Québec ancien. Globalement, les quatre sites suggèrent une rétention des traditions alimentaires Européennes (alimentation de type  $\text{C}_3$ ), tendance similaire à ce qui a été observé pour des sites coloniaux nord-américains, situés en contexte continental (tels que la Louisiane et l'Ontario). Les Canadiens français de Montréal semblent consommer plus de ressources  $\text{C}_4$  (telles que le maïs, la canne à sucre ou le rhum) que les migrants intracontinentaux (de l'Amérique du Nord tels que les Acadiens et Louisianais). Inversement, à Québec, les immigrants des Îles Britanniques ont consommé plus de ressources  $\text{C}_4$  que les individus nés localement. Comme les ressources marines étaient consommées par des individus à Montréal, une explication a été proposée en relation avec les restrictions alimentaires du calendrier liturgique Catholique.

**Mots clés :** collagène, carbonate, méthode d'extraction, migration, Autochtone, esclavage, Nouvelle-France, Canada

## Abstract

---

This meta-analysis reviews and expands the dataset and analysis of bone collagen ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) and carbonate content of bone and tooth enamel ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) measured on four key sites, to study dietary adaptation in the St. Lawrence Valley from the 17th to the 19th centuries. These sites correspond to the three governments of the colony of Canada: The Old Cemetery of Trois-Rivières (1650-1865) and the cemetery of the first parish church of Notre-Dame in Montreal (1691-1796), both opened during the New France era, while the Saint-Matthew cemetery in Quebec City (1771-1860), belongs to the British Regime. The Sainte-Marie-de-Beauce cemetery (1748-1878) adds a rural comparison to these urban sites.

Firstly, a compilation of the data demonstrated incompatibilities between some researchers concerning the bone collagen  $\delta^{15}\text{N}$  and the bone carbonate  $\delta^{13}\text{C}$  measured. The effect of various concentrations of an acidifying agent (hydrochloric acid, HCl) on  $\delta^{15}\text{N}$  was tested, as was the reproducibility of the results. Enrichment in  $^{15}\text{N}$  was observed in samples treated with 2 % and 5 % HCl. The variability of measurements between analytical sequences, despite the consistency of the internal standard measurement, could not be explained.

Secondly, the population diversity of the sites was explored. Based on the analysis of migratory and dietary behaviors at childhood (from tooth enamel  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$ , respectively), the following "cultural identities" were suggested: Indigenous, Inuit, French or Anglo-Canadians, North American (as Acadians, Louisianians or Newfoundlanders), prisoners from New England, individual of African descent and European immigrants. The hypothesis of enslavement for some of these individuals was based on the following conditions: origin, death before the age of 17 years and a major shift in diet. This allowed for a deeper comprehension of this aspect of Canadian history.

Thirdly and finally, bone carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ), and bone collagen ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) were used to address the central theme of the thesis, which is the dietary adaptation. Overall, the four sites suggest a retention of European dietary traditions ( $\text{C}_3$ -type diet), a trend similar to what has been perceived at other North American colonial sites located in continental settings (such as Louisiana and Ontario). The French Canadians in Montreal would have consumed more  $\text{C}_4$  resources (as maize, sugar cane or rum) than the intracontinental migrants (from North America as Acadians or Louisianians). Conversely, the British Isles immigrants consumed more  $\text{C}_4$  resources than the locally born individuals in Quebec City. Finally, as marine resources were consumed by some individuals in Montreal, an explanation was proposed in relation to Catholic food restrictions.

**Key words:** collagen, carbonate, extraction method, migration, Indigenous, slavery, New France, Canada

# Table des matières

---

<b>Résumé</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>11</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>12</b>
<b>Liste des sigles et abréviations</b>	<b>15</b>
<b>Remerciements</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre 1. Apport de la bioarchéologie isotopique à l'étude de l'identité culturelle et de l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent du XVIIe au XIXe siècle</b>	<b>19</b>
<b>1.1. Introduction</b>	<b>19</b>
<b>1.2. Principes de la bioarchéologie isotopique</b>	<b>22</b>
1.2.1. Circulation des isotopes stables dans la biosphère	23
1.2.2. Conservation et extraction de la composition isotopique initiale	28
1.2.3. Fonctionnement du spectromètre de masse à ratio isotopique	30
<b>1.3. Populations bioarchéologiques à l'étude</b>	<b>31</b>
1.3.1. Présentation des quatre cimetières canadiens à l'étude dans leur milieu respectif	31
1.3.2. Synthèse des données issues de la bioarchéologie isotopique pour les quatre cimetières canadiens à l'étude	38
1.3.3. Données comparatives issues des méthodes de la morphologie dentaire et de l'ADN ancien pour les cimetières euro-québécois à l'étude	48
1.3.4. Populations bioarchéologiques comparatives Nord-Américaines et Européennes	49
<b>1.4. Identité culturelle et régime alimentaire chez les populations de la vallée laurentienne du XVIIe au XIXe siècles : ce que l'histoire, la démographie, la génétique et la bioarchéologie isotopique nous apprend</b>	<b>62</b>
1.4.1. La présence autochtone en contexte colonial laurentien	62
1.4.2. La présence européenne dans la vallée du Saint-Laurent	66
1.4.3. La migration forcée : la présence d'esclaves dans le contexte colonial laurentien	70
<b>1.5. Questions de recherche et objectifs</b>	<b>73</b>
<b>Chapitre 2. Effet de la variation de la concentration en acide chlorhydrique sur le <math>\delta^{15}N</math> mesuré de côtes humaines lors d'analyses isotopiques de l'alimentation</b>	<b>76</b>
<b>2.1. Impact of varying HCl Concentrations on the <math>\delta^{15}N</math> Values of Human Rib Bones Used for Dietary Reconstruction (publié)</b>	<b>77</b>
<b>2.2. Highlights</b>	<b>77</b>

<b>2.3. Abstract</b>	<b>78</b>
<b>2.4. Keywords</b>	<b>78</b>
<b>2.5. Introduction</b>	<b>79</b>
<b>2.6. Material</b>	<b>82</b>
<b>2.7. Method</b>	<b>82</b>
2.7.1. Statistical analysis	83
<b>2.8. Results</b>	<b>84</b>
2.8.1. Conservation of the isotopic composition for unacidified and acidified samples	84
2.8.2. Difference between sample pretreatment: unacidified vs. acidified	85
2.8.3. Intra-laboratory comparison: aliquots and sequences of IRMS analysis	88
<b>2.9. Discussion</b>	<b>90</b>
2.9.1. Unacidified powdered samples of 0-1 mm grain size are inadequate for IRMS analysis of rib bone samples obtained from archaeological context	90
2.9.2. There is an increase in $\delta^{15}\text{N}$ with increased HCl concentration	92
2.9.3. Intra-laboratory variation in $\delta^{15}\text{N}$ between IRMS analytical sequences	93
2.9.4. But ultimately... does it affect paleodietary interpretations?	94
<b>2.10. Conclusions</b>	<b>95</b>
<b>2.11. Acknowledgements</b>	<b>97</b>
<b><i>Chapitre 3. Exploration de « l'identité culturelle » de populations bioarchéologiques de la vallée laurentienne des XVIIe au XIXe siècle à travers l'analyse des teneurs isotopiques en oxygène et en carbone de l'émail dentaire</i></b>	<b>98</b>
<b>3.1. Three Centuries of Cultural Diversity in the St. Lawrence Valley, Canada: An Exploration Using Stable Carbon and Oxygen Isotopes from Enamel (soumis)</b>	<b>100</b>
<b>3.2. Abstract</b>	<b>100</b>
<b>3.3. Introduction</b>	<b>101</b>
3.3.1. Stable Isotope Analysis to Explore Cultural Identities of Historic Northeastern North Americans	102
3.3.2. Cultural Diversity in the Early Colonial Population of Canada and Previous SIA Data	103
3.3.3. Objectives of the Present Study	105
<b>3.4. Material</b>	<b>106</b>
3.4.1. The Old Trois-Rivières Catholic Cemetery (around 1650-1865)	108
3.4.2. The Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796)	108
3.4.3. The Sainte-Marie Catholic Cemetery (Beauce, 1748-1878)	108
3.4.4. The St. Matthew's Anglican Cemetery (Quebec City, 1771-1860)	109
3.4.5. Comparative Enamel $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ Dataset from Spatiotemporally Related Contexts in North America and Europe	109



<b>3.5. Method</b>	<b>112</b>
<b>3.6. Results</b>	<b>113</b>
3.6.1. Exploring Cultural Diversity within the St. Lawrence Valley Sites Using Enamel $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$	113
<b>3.7. Discussion</b>	<b>118</b>
3.7.1. Mostly Individuals of European Descent within the St. Lawrence Valley, with Multiple Cultural Identities	119
3.7.2. Fewer Indigenous Identified within the St. Lawrence Valley Cemeteries than Expected	122
3.7.3. A bio-archaeological documentation of the presence of enslaved persons in Canada	123
<b>3.8. Conclusion</b>	<b>124</b>
<b>3.9. Acknowledgments</b>	<b>126</b>
<b><i>Chapitre 4. Méta-analyse de l'adaptation alimentaire de populations de la vallée du Saint-Laurent des XVIIe au XIXe siècle, à l'aide de la composition isotopique en carbone et azote du collagène et carbone du carbonate osseux</i></b>	<b>127</b>
<b>4.1. Reconstructing colonial diets in the St. Lawrence Valley, Canada: an expansion and reexamination of the isotopic evidence</b>	<b>131</b>
<b>4.2. Abstract</b>	<b>131</b>
<b>4.3. Introduction</b>	<b>132</b>
4.3.1. Diet in the St. Lawrence Valley during colonial times: an isotopic approach	132
4.3.2. Objectives of the present study	135
<b>4.4. Materials</b>	<b>136</b>
4.4.1. The Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865)	137
4.4.2. The Notre-Dame's Cemetery (Montreal, 1691-1796)	138
4.4.3. The Sainte-Marie Cemetery (Beauce, 1748-1878)	138
4.4.4. The St. Matthew's cemetery (Quebec City, 1771-1860)	138
4.4.5. Comparative dataset: contemporaneous Indigenous, Canadian, American and European groups	139
<b>4.5. Methods</b>	<b>143</b>
4.5.1. Bone collagen extraction	143
4.5.2. Bone carbonate extraction	143
<b>4.6. Results</b>	<b>144</b>
4.6.1. Dietary variation in the St. Lawrence Valley	145
4.6.2. The St. Lawrence Valley's diets compared to nearby groups, colonies and European sites	148
<b>4.7. Discussion</b>	<b>152</b>
4.7.1. Several diets in relation to settings, food availability, religious food restriction and food preferences	152

4.7.2.	Dietary variation within each site in relation to age, sex and “cultural identity” of the individuals	153
4.7.3.	Retention of the European diet in the St. Lawrence Valley	154
<b>4.8.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>155</b>
<b>4.9.</b>	<b>Acknowledgments</b>	<b>156</b>
	<i>Chapitre 5. Conclusion</i>	<b>157</b>
<b>5.1.</b>	<b>Un rappel de la nécessité de standardiser les méthodes d’extraction et de mieux explorer les sources de variations isotopiques</b>	<b>157</b>
<b>5.2.</b>	<b>Portrait de la diversité des populations coloniales de la vallée du Saint-Laurent</b>	<b>158</b>
<b>5.3.</b>	<b>Perspectives de recherche futures</b>	<b>164</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>165</b>
	<i>Annexe 1. (chapitre 1) Test de normalité et test de comparaison de moyennes des teneurs isotopiques compilées, par auteur, pour les populations archéologiques de la vallée du Saint-Laurent</i>	<b>183</b>
	<i>Annexe 2. (chapitre 1) Test de normalité des teneurs isotopiques compilées de la littérature spécialisée pour les populations archéologiques Nord-Américaines et Européennes</i>	<b>185</b>
	<i>Annexe 3. (chapitre 2) %N, %C and C:N measured for untreated and treated aliquots</i>	<b>187</b>
	<i>Annexe 4. (chapitre 3) Statistical test of mean comparison (Student-t test or Mann-Whitney-U test) for tooth enamel <math>\delta^{18}\text{O}</math> and <math>\delta^{13}\text{C}</math> between the St. Lawrence sites and comparative groups</i>	<b>188</b>
	<i>Annexe 5. (chapitre 3) Complete enamel <math>\delta^{13}\text{C}</math> and <math>\delta^{18}\text{O}</math> dataset for the sites in the St. Lawrence Valley</i>	<b>191</b>
	<i>Annexe 6. (chapitre 4) Complete <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}</math>, <math>\delta^{15}\text{N}</math> and <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}</math> dataset for the sites in the St. Lawrence Valley</i>	<b>199</b>
	<i>Annexe 7. (chapitre 4) Summary of <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}</math>, <math>\delta^{15}\text{N}</math> and <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}</math> by groups of age, sex and “cultural identity” for the St. Lawrence Valley sites with statistical test of normality and mean comparison</i>	<b>207</b>
	<i>Annexe 8. (chapitre 4) Statistical test of mean comparison for bone <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}</math>, <math>\delta^{15}\text{N}</math> and <math>\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}</math> between the St. Lawrence sites and comparative groups</i>	<b>211</b>

## Liste des tableaux

---

Tableau 1. Origine géographique des individus dont les noms ont été retracés sur des pierres tombales du cimetière Saint-Matthew, Québec (1771-1860)	38
Tableau 2. Synthèse de l'ensemble du corpus d'analyses isotopiques effectuées sur les quatre cimetières historiques de la vallée du Saint-Laurent à l'étude	47
Tableau 3. Exemples de caractères discrets dentaires observés chez sept individus PIMA de la collection ostéologique de Notre-Dame selon leur fréquence chez les populations Européennes, Autochtones et Africaines, par B.-Hardy (2015, 119-122)	49
Tableau 4. Synthèse de l'ensemble des données de teneurs isotopiques de sites Nord-Américains et Européens, tirés de la littérature spécialisée, servant à constituer des groupes comparatifs d'origine géographique et d'alimentation	53
Tableau 5. $\delta^{15}\text{N}$ ‰ vs. AIR obtained from unacidified and acidified aliquots measured at different moments	86
Tableau 6. Summary of % N, % C, C: N and $\delta^{15}\text{N}$ ‰ vs. AIR obtained from un/acidified samples of rib bone	87
Tableau 7. Summary of enamel $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ from four key sites of the St. Lawrence Valley and comparative data from contemporaneous North American and European sites	110
Tableau 8. List of the sites under focus with the number of individuals analyzed	136
Tableau 9. Summary of bone collagen $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and bone carbonate $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ from four key sites of the St. Lawrence Valley and comparative data from contemporaneous North American and European sites	140

## Liste des figures

---

- Figure 1. Changement de la composition isotopique en  $^{18}\text{O}$  des précipitations en fonction du cycle de l'eau 24
- Figure 2. Carte de la variation annuelle de la composition isotopique en oxygène de l'eau de pluie mondiale 24
- Figure 3. Compilation de  $\delta^{13}\text{C}$  et de  $\delta^{15}\text{N}$  de ressources alimentaires disponibles en Amérique du Nord 27
- Figure 4. Carte du Québec indiquant l'emplacement des quatre cimetières à l'étude, A. Vieux cimetière catholique de Trois-Rivières (vers 1650-1865); B. cimetière catholique Notre-Dame, Montréal (1691-1796); C. cimetière catholique Sainte-Marie, Beauce (1748-1878) et D. cimetière anglican Saint-Matthew, Québec (1771-1860) 32
- Figure 5. Ligne du temps indiquant la période d'ouverture des quatre cimetières à l'étude en relation avec quelques éléments du contexte historique du Québec ancien 32
- Figure 6. Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  produits par Toupin (2015,  $n = 9$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 22$ ) sur la collection de Sainte-Marie, de Beauce 42
- Figure 7. Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate osseux par Toupin (2015,  $n = 9$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 14$ ) sur la collection de Sainte-Marie, de Beauce 42
- Figure 8. Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate de l'émail dentaire par Toupin (2015,  $n = 7$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 15$ ) sur la collection de Sainte-Marie de Beauce 43
- Figure 9. Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate osseux par Toupin (2015,  $n = 40$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 50$ ) sur la collection Saint-Matthew de Québec 46
- Figure 10. Carte isométrique indiquant l'emplacement des sites contemporains Nord-Américains et Européens utilisés pour la comparaison des identités culturelles avec les populations de la vallée du Saint-Laurent, indiquant la variation moderne en  $^{18}\text{O}$  de l'eau de précipitation 51
- Figure 11. Carte montrant l'étalement géographique global des sites Nord-Américains et Européens utilisés pour la comparaison du régime alimentaire avec les populations de la vallée laurentienne sous étude 52

Figure 12. Représentation graphique de l'origine et de l'alimentation des groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de « l'identité culturelle », tirés de la littérature	59
Figure 13. Représentation graphique de l'alimentation des groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de l'alimentation, tiré de la littérature	61
Figure 14. Boxplots showing the distribution of $\delta^{15}\text{N}$ measured between unacidified (various grain size) and acidified (1 %, 2 % and 5 % HCl concentrations) samples ( $n = 117$ )	88
Figure 15. Boxplots illustrating the distribution of $\delta^{15}\text{N}$ values by HCl concentration and by sequence of IRMS analysis, ( $n = 100$ , unacidified 0-1 mm are excluded)	90
Figure 16. Teneur isotopique en oxygène et en carbone de l'émail dentaire de prémolaires de 33 individus de Notre-Dame, tiré de B.-Hardy et collègues (accepté en 2017)	98
Figure 17. Map showing the St. Lawrence Valley burial sites under study: Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865), Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796), Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878) and St. Matthew's Protestant Cemetery (Quebec City, 1771-1860)	107
Figure 18. Comparison of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ obtained from tooth enamel carbonate and comparative contemporaneous North American and European sites to explore cultural identities within four sites of the St. Lawrence Valley	114
Figure 19. Detail of Figure 18 (page 117) for the four sites separately	115
Figure 20. Changements alimentaires en cours de vie d'individus de l'échantillon du Vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865)	127
Figure 21. Comparaison de l'alimentation à l'âge adulte du échantillon de Notre-Dame avec des groupes comparatifs : La Rochelle, France (1765-1792), l'île de Jamestown, Virginie, États-Unis (1609-1675), Patuxent Point, Maryland, États-Unis, famille Walton, Connecticut, États-Unis (1750-1830), sites autochtones de la région des Grands Lacs, Canada, période pré-contact; Moatfield (1300) et Uxbridge (1360), sites autochtones de la période de contact; Kleinberg (1600) et Ossossane (1636), graphique tiré de Vigeant et al., 2017	128
Figure 22. Comparaison de l'alimentation à l'âge adulte d'un échantillon de Saint-Matthew avec dix populations nord-américaines, tiré de Morland 2009	129

Figure 23. Comparaison des $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ du collagène osseux obtenus pour l'échantillon de Saint-Matthew avec les populations européennes contemporaines de Kilkenny, Irlande (1847-1851) et de La Rochelle, France (1765-1792), tiré de Toupin 2015	130
Figure 24. Location of the St. Lawrence Valley burial sites under study: A) The Old Trois-Rivières Catholic Cemetery (1650-1865), B) Notre-Dame Catholic cemetery (Montreal, 1691-1796), C) Sainte-Marie Catholic cemetery (Beauce, 1748-1878), D) and St. Matthew Protestant cemetery (Quebec City, 1771-1860)	137
Figure 25. Detail of $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ and $\delta^{15}\text{N}$ for the four key sites separately	146
Figure 26. Detail of $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ following the carbon isotope model from Kellner and Schoeninger, 2007	147
Figure 27. Comparison of the $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ and $\delta^{15}\text{N}$ for dietary reconstruction in the St. Lawrence Valley sites	150
Figure 28. Reconstruction and comparison of the diets with St. Lawrence Valley sample and various comparative groups, using the multivariate model of Froehle and colleagues, 2012	151
Figure 29. Représentation des identités culturelles par site	160
Figure 30. Comparaison du $\delta^{13}\text{C}$ du carbonate de l'émail dentaire et des os par site et par « identité culturelle »	163

## Liste des sigles et abréviations

---

ATR-FTIR : Attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy; spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier avec réflectance totale atténuée

IRMS : Isotope ratio mass spectrometry; spectrométrie de masse à rapport isotopique

PIMA : possibly Indigenous or mixed ancestry; possiblement Autochtone ou de filiation métissée

SIA : stable isotope analysis; analyse d'isotope stable

À la petite fille qui rêvait de devenir « Docteure en archéologie »



## Remerciements

---

C'est avec gratitude et beaucoup d'amour que je remercie Johanne Rome, René Guindon et Denis Thibodeau qui ont été mes plus grands supporteurs durant mon parcours académique.

Un énorme merci à ma directrice de thèse : Isabelle Ribot pour ton support, ton aide, tes bons mots et ta réserve de chocolat! Un merci tout spécial à André Poirier. Merci d'être embarqué dans le projet initial qui semblait (avec raison!) ne mener nulle part, merci de m'avoir arrêtée lorsque je m'obstinais à persister. Un grand merci aussi à Jean-François Hélie qui a continué à collaborer avec moi et s'est retrouvé partie prenante de ma thèse, malgré lui. Merci.

Je n'aurais pu m'aventurer dans ce projet sans l'apport financier généreux du Conseil de recherche en sciences humaines, Bourse d'études supérieures du Canada Joseph-Armand Bombardier – Doctorat (# 767-2013-1772). De même, je tiens à remercier, l'équipe de recherche ArchéoScience–ArchéoSociale (AS2) qui a largement participé à mon projet de recherche en finançant l'ensemble de mes analyses géochimiques et de mes analyses au ATR-FTIR, en plus de m'octroyer à deux reprises une bourse d'études. Votre support aura été déterminant dans la complétion de cette thèse.

Je tiens aussi à remercier mes ancien.ne.s collègues de travail que ce soit à l'Université de Montréal ou au Géotop. Merci à Eléa Gutierrez d'avoir été ma coach d'organisation et de planification - tu es la meilleure! Un grand merci aussi à Magali Crépin et Marie-Hélène B.-Hardy, les heures de bureau, les conférences et les vacances n'auraient jamais été aussi agréables sans vous! Un énorme merci à Denny Caron qui m'a beaucoup aidé avec l'aspect graphique et qui a longtemps corrigé mon français. Agnieszka Adamowick aller au labo était tellement plus agréable grâce à toi. Finalement, Geneviève Pothier-Bouchard, merci de ta gentillesse et ta générosité pour adapter ta méthode à mes besoins

et me former lorsque j'ai dû utiliser le ATR-FTIR en catastrophe (et merci à Julien d'avoir accepté que je l'utilise!).

Merci à la Station de biologie des Laurentides, un joyau trop méconnu de l'Université de Montréal. Merci aux gens qui s'en occupent et à tous les *thésards* que j'y ai croisés. J'espère que vos projets se sont concrétisés! Un énorme merci à la bibliothèque Gatien Gélinas à Trois-Rivières, les bureaux avec vue sur le parc ont été un environnement de travail motivant durant la rédaction finale de mon projet doctoral.

J'aimerais aussi remercier les étudiants à qui j'ai eu le grand honneur et l'immense plaisir d'enseigner durant ma thèse. Merci de m'avoir accepté avec mon enthousiasme débordant, mes grands projets, mes strictes règles de présentation et mon amour (un peu trop?) maternant. Ces expériences furent pour moi, riches et inoubliables.

Je me dois de souligner, l'aide et le travail exceptionnel fournis par Marie-Ève Dupuis sur le projet de dentine interglobulaire. Je te souhaite tout le succès que tu mérites amplement!

Finalement, je tiens de tout cœur à remercier ma Sista, ma nièce adorée et son fils Isaac, Magali, Marie et ma filleule adorée, Suzanne, Rosie (et Mom!), Dominique, Catherine et Marie, Terra, Miriam, Barb, Camille, Magali et Baba, je suis privilégiée de vous avoir dans ma vie!

# **Chapitre 1.** Apport de la bioarchéologie isotopique à l'étude de l'identité culturelle et de l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent du XVIIe au XIXe siècle

## **1.1. Introduction**

---

« Dis-moi ce que tu manges, je te dirai ce que tu es<sup>1</sup> »

Brillat-Savarin, 1842

Bien que se nourrir soit une nécessité biologique, c'est aussi une partie intégrale de l'expression de l'identité culturelle (Samuel, 1996, p. 13). En effet, l'alimentation (se procurer des aliments, les préparer et les consommer) reflète rarement ce qui est disponible localement (dans un sens écologique) et est plutôt le produit d'interactions complexes entre des facteurs environnementaux, personnels, économiques, sociaux et culturels (Britton & Guiry, 2020, p. 427). Pour l'étude des populations passées, la bioarchéologie isotopique offre un potentiel presque unique d'accéder au biologique, au culturel et à l'environnement. En fait, les analyses isotopiques constituent -actuellement- les outils les plus performants pour reconstituer et comprendre les comportements individuels en lien avec l'environnement. Au cours des dernières décennies, leur utilisation -fréquente en archéologie- a permis d'aborder des questions dépassant la simple subsistance (Makarewicz & Sealy, 2015). Dès les études pionnières, de larges questions de transition alimentaire ont été posées, telles que l'introduction de la culture du maïs en Amérique du Nord (Vogel & van der Merwe, 1977) et l'exploitation des ressources terrestres et marines en préhistoire européenne (Schoeninger & DeNiro, 1984; Tauber, 1981). Depuis, des problématiques, liées à la mobilité et à l'identité culturelle, à la structure de la société et aux relations sociales et hiérarchiques, de même qu'aux changements politiques, sociaux et économiques, ont été explorées par cette méthode (Britton, 2017; Peltó et al., 2000).

---

<sup>1</sup> Il s'agit du 4<sup>e</sup> des 20 « aphorismes du professeur pour servir de prolégomènes à son ouvrage et de base éternelle à la science »

La bioarchéologie isotopique lorsque combinée avec d'autres sources (par exemple, historiques, démographiques, génétiques et ethno-historiques) est particulièrement efficace pour explorer les différences et les similitudes à l'intérieur d'un groupe (société) et exposer la complexité et la diversité des grands phénomènes populationnels (Betsinger & DeWitte, 2021). En collectant des données directement des restes humains (par exemple : sexe, âge-au-décès, filiation, origine géographique et comportements alimentaires), la bioarchéologie produit des « ostéobiographies » qui documentent diverses périodes de la vie des individus (Zvelebil & Weber, 2013). Ces « ostéobiographies » démontrent de la diversité des expériences vécues par les populations anciennes (Hosek & Robb, 2019). La possibilité de reconstruire des histoires de vie d'individus « ordinaires » est particulièrement utile à l'archéologie historique en raison de la sous-représentation de certains groupes ou sous-groupes de la société, qui sont parfois invisibles dans les sources primaires (par exemple, les femmes, les enfants, les autochtones et les esclaves; Joyce 2005; Sofaer 2006). A ce sujet, le contexte historique particulier de l'établissement permanent de colonies européennes au Québec ancien offre de riches opportunités pour reconstituer la variété des expériences vécues par les populations passées (Britton & Guiry, 2020, p. 429-430; Mrozowski, 2006).

Cette thèse doctorale explore l'identité culturelle et l'adaptation alimentaire des individus qui ont habité la vallée du Saint-Laurent du XVII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle. Au cœur de ce phénomène, l'adaptation à un nouvel environnement et les interactions entre les Autochtones et les Européens ont façonné les comportements migratoires et alimentaires des uns et des autres. Ces problématiques sont abordées ici à l'aide d'un corpus de données produites grâce à la bioarchéologie isotopique. À ce jour, plusieurs études en bioarchéologie isotopique ont exploré la migration et l'alimentation au Québec ancien. Ces recherches ont principalement porté sur les deux collections ostéologiques suivantes : la première collection provient du cimetière catholique de la première église paroissiale Notre-Dame, à Montréal, ouvert durant la période de la Nouvelle-France (1691-1796) (Ribot et al., 2016; Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017, 2022); la deuxième appartient au cimetière protestant Saint-Matthew, de la ville de Québec, ouvert peu de temps après l'entrée au pouvoir du Régime britannique (1771-1860, Morland 2009; Caron 2013; Toupin 2015). À ces deux collections ostéologiques majeures, se sont ajoutés quelques

échantillons de petite taille, provenant de divers sites tels que : le vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865, Ethnoscop 2015) et le cimetière de Sainte-Marie de Beauce (1748-1878, Toupin 2015). La réinhumation de la collection ostéologique provenant du cimetière Saint-Matthew en 2015, ainsi que la prochaine concernant la collection du cimetière Notre-Dame, ont entraîné l'analyse isotopique du plus grand nombre possible d'individus provenant de ces populations archéologiques. Cette démarche a permis de conserver le plus de traces « ostéobiographiques » de ces individus. En somme, cette thèse combine et complète les données isotopiques provenant du collagène ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) et du carbonate des os ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ), ainsi que celles obtenues du carbonate de l'émail dentaire ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ) effectuées par quatre chercheurs, soit Fanny Morland (2009; Ribot et al. 2016,  $n = 129$ ), Denny Caron (2013,  $n = 34$ ), Rémi Toupin (2015,  $n = 59$ ) et moi-même (2013, cette étude,  $n = 451$ ). De plus, les données de teneurs isotopiques effectuées sur 1635 individus provenant de sites nord-américains et européens ont été compilées pour comparaison et proviennent de 37 publications.

Ainsi, les objectifs de cette recherche s'articulent en trois volets. Le premier vise à s'assurer de la compatibilité des données isotopiques issues d'une même collection bioarchéologique, mais produites par différents chercheurs. Le deuxième volet de cette recherche explore la composition des populations bioarchéologiques, par l'étude « d'identités culturelles », telles que définies par les comportements migratoires et alimentaires à l'enfance de groupes comparatifs, nord-américains et européens, ayant peuplé la vallée laurentienne. Le troisième volet aborde la question de l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent du XVIIe au XIXe siècle. La comparaison du régime alimentaire laurentien avec des populations contemporaines permet de reconstruire un portrait plus complet et nuancé de l'alimentation sur près de trois siècles au Québec ancien. Ces objectifs forment les trois articles de cette thèse doctorale. L'introduction, au chapitre 1, fait un retour sur les principes de la bioarchéologie isotopique, les données de teneurs isotopiques compilées, le contexte historique des populations bioarchéologiques à l'étude et la contribution des études antérieures sur des données de compositions isotopiques, des questions d'identité culturelle, de migration et d'alimentation au Québec ancien. Finalement, le chapitre 5, synthétise les résultats majeurs de cette thèse et ouvre sur des perspectives de réflexion et de recherches futures.

## 1.2. Principes de la bioarchéologie isotopique

---

Les isotopes sont des formes d'un élément qui diffèrent par leur nombre de neutrons (Fry, 2007), ce qui entraîne une variation de leur masse atomique et de leur propriété thermodynamiques (Urey, 1947). Les éléments et les isotopes circulent dans la biosphère terrestre. Pour les isotopes, leur proportion varie à la suite de processus de fractionnement et de recombinaison. Cela permet de retracer la transition des isotopes, dans l'eau, les sols, les plantes, les animaux et les humains.

Basée sur le fondement que la nourriture et l'eau ingérées durant la vie laissent une « signature isotopique » dans les tissus minéralisés, la bioarchéologie isotopique, par l'analyse des isotopes stables de ces tissus, retrace « l'empreinte » du milieu dans lequel l'individu a vécu, mais aussi de ses rapports avec ce milieu (Kohn, 1999). Ainsi, la bioarchéologie isotopique permet d'intégrer l'écologie et la culture.

En contexte bioarchéologique, les tissus humains les plus souvent mis au jour sont les os et les dents. Ils sont composés, à proportions variables, d'une portion minérale et d'une constituante organique. La portion minérale représente près de 69 % du poids de l'os sec et 96 % de l'émail de la couronne dentaire. Elle est constituée en grande partie de sels minéraux inorganiques. Le sel minéral le plus abondant est le phosphate de calcium ( $\text{Ca}_3 [\text{PO}_4]_2$ ). Il se combine avec un autre minéral, l'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca} [\text{OH}]_2$ ), afin de former les cristaux d'hydroxyapatite ( $\text{Ca}_{10} [\text{PO}_4]_6 [\text{OH}]_2$ ). En se formant, les cristaux se combinent à d'autres sels minéraux, comme le carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), et à des ions de magnésium, fluor, potassium et sulfate. Lorsque les sels minéraux se déposent sur les fibres de collagène de la matrice extracellulaire, ils se cristallisent et le tissu durcit. La constituante organique qui représente de 20 à 30 % du poids sec de l'os et 50 % de son volume, est composée à 85 à 90 % de fibrilles de collagène de type I. Il s'agit de la protéine la plus abondante du corps humain et elle est formée à 35 % de carbone et de 11 à 16 % d'azote par poids (van Klinken, 1999, p. 691).

Les teneurs isotopiques obtenues lors de l'analyse chimique des dents ou des os fournissent des informations sur différentes périodes de la vie d'un individu. Les compositions isotopiques de l'environnement sont intégrées dans la structure des os et des dents durant leur synthèse

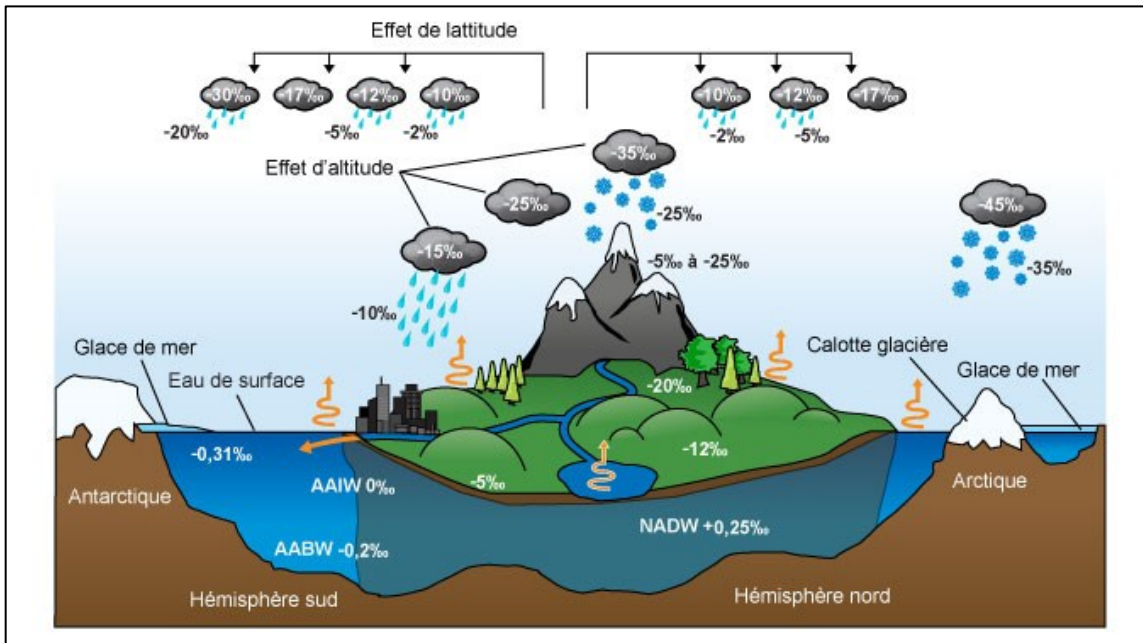
(Longinelli, 1984). Les couronnes des dents permanentes sont synthétisées durant une période restreinte de la vie des individus soit de la naissance à l'âge de 15 ans (Moorrees et al., 1963). La composition isotopique demeure inchangée par la suite. La teneur isotopique obtenue de l'émail dentaire reflète donc l'environnement physique et social durant la période de l'enfance. Au contraire, les os se remodelent tout au long de la vie (de 3 à 30 % en fonction entre autres du sexe et de l'âge; Hedges et al. 2007). Par ce fait découle que leur teneur isotopique représente une moyenne sur plusieurs années, voire décennies, avant le décès de l'individu (Hedges et al., 2007; Matsubayashi & Tayasu, 2019).

### **1.2.1. Circulation des isotopes stables dans la biosphère**

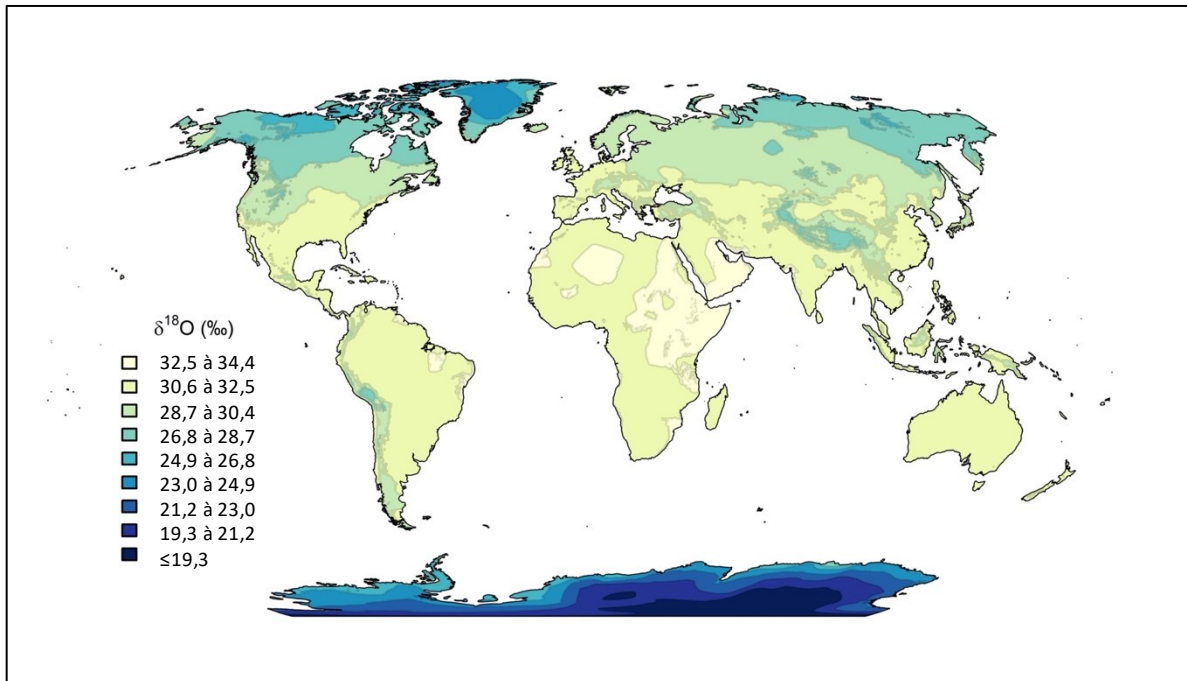
Cette section aborde uniquement les isotopes stables utilisés dans le cadre de cette recherche, soit l'oxygène (indicateur d'origine géographique), le carbone et l'azote (tous deux reliés à l'alimentation).

L'oxygène est l'une des composantes principales de l'eau. En terme d'abondance terrestre, 99,759 % de l'oxygène est constitué de l'isotope stable  $^{16}\text{O}$  et 0,204 % de l'isotope stable  $^{18}\text{O}$ . Toutefois, cette proportion varie globalement, car un fractionnement se produit durant le processus d'évaporation (ce qui entraîne un appauvrissement en  $^{18}\text{O}$ ) et de condensation et de précipitation (qui résultent en un enrichissement en  $^{18}\text{O}$ ) (voir figure 1, page 24).

Les courants atmosphériques transportent la vapeur d'eau de l'équateur vers les pôles, ce qui entraîne une diminution graduelle de la composition isotopique en oxygène ( $\delta^{18}\text{O}$ ) selon la latitude (autant vers le pôle nord que vers le pôle sud). Un procédé similaire s'opère à l'échelle des continents en fonction de la distance à la côte, de même qu'en fonction de l'altitude (Dansgaard, 1964). Il en résulte des variations mondiales du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de précipitation (tel qu'illustré à la Figure 2, page 24).



**Figure 1.** Changement de la composition isotopique en  $^{18}\text{O}$  des précipitations en fonction du cycle de l'eau, figure tirée de Taillefer 2017



**Figure 2.** Carte de la variation annuelle de la composition isotopique en oxygène de l'eau de pluie mondiale, tirée de WaterIsotopes.org le 14 avril 2023, modifiée pour indiquer les  $\delta^{18}\text{O}$  versus VSMOW

Les humains incorporent le  $\delta^{18}\text{O}$  de leur environnement principalement à travers l'eau consommée. Ces variations spatiales permettent donc l'étude de diverses thématiques tels que



l'origine géographique d'un individu ou d'un groupe d'individus et par extension, leur mobilité (Pederzani & Britton, 2019).

Le carbone est représenté à 98,89 % par l'isotope stable  $^{12}\text{C}$  et à 1,11 % par le  $^{13}\text{C}$ . Le carbone atmosphérique ( $\delta^{13}\text{C}$  de -8 ‰) ou océanique ( $\delta^{13}\text{C}$  de 1 ‰) est intégré dans la biomasse par les producteurs primaires durant la photosynthèse (Fry, 2007). En milieu terrestre, la majorité des plantes, arbres, arbustes, utilisent le cycle photosynthétique appelé  $\text{C}_3$  qui entraîne un fractionnement d'environ 20 ‰, ce qui produit des valeurs autour de -28 ‰ (Fry, 2007, p. 44). Le cycle photosynthétique  $\text{C}_4$ , plutôt présent dans les milieux tropicaux et commun parmi les graminées et les herbacées (Ehleringer et al., 1997), entraîne un fractionnement moindre (environ 5 ‰), ce qui produit des valeurs autour de -13 ‰. En contexte nord-américain, la majorité des plantes utilisent le cycle photosynthétique  $\text{C}_3$  et seules quelques ressources alimentaires consommées par les Autochtones et les Canadiens sont de type  $\text{C}_4$  tels que le maïs, principalement, mais aussi le sucre de canne (et son dérivé le rhum) et le millet marginalement. Ainsi, l'analyse de la composition isotopique en  $^{13}\text{C}$  permet d'étudier la consommation de ces plantes.

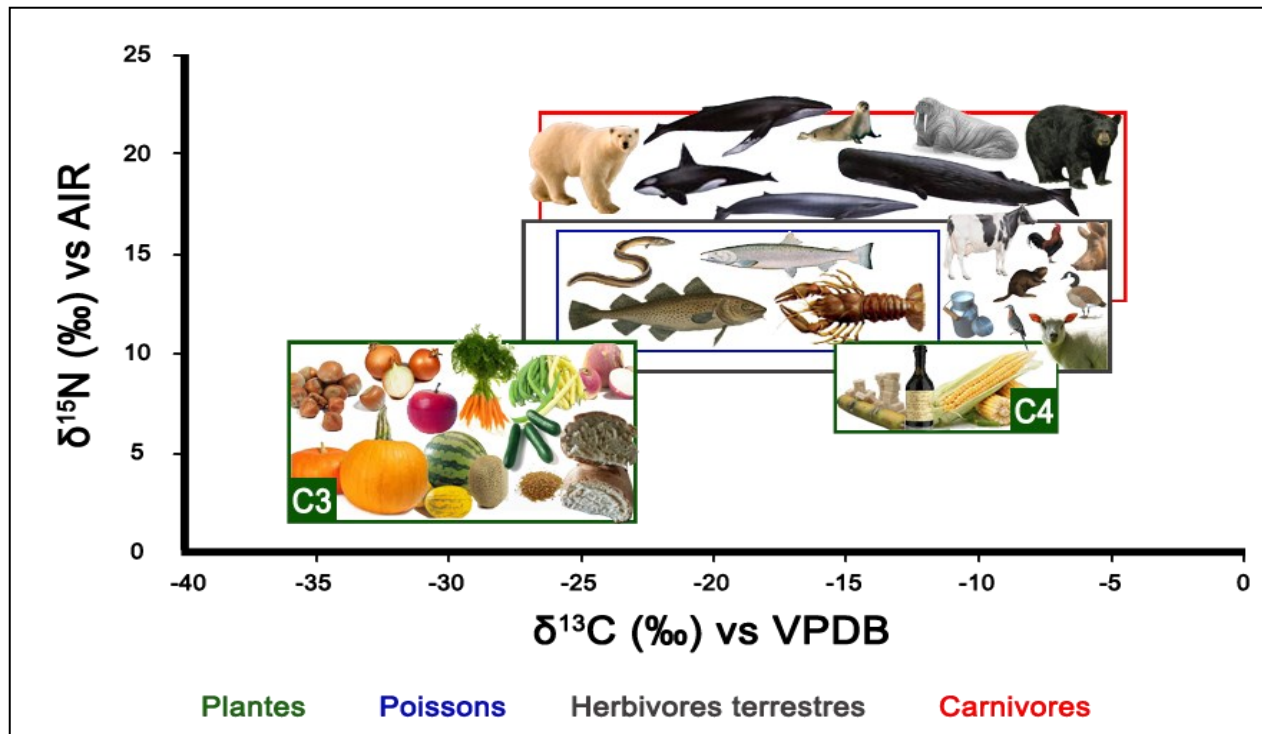
Dans le milieu océanique, la photosynthèse planctonique produit des fractionnements qui résultent en des teneurs isotopiques en  $^{13}\text{C}$  très appauvries variant de -19 à -24 ‰ (Fry 2007, 46). Dans le milieu d'eau douce, le  $\delta^{13}\text{C}$  varie grandement en fonction de la source de bicarbonate dissous (Fry 2007, Figure 3.1). En somme, selon leur source, les ressources aquatiques présentent des  $\delta^{13}\text{C}$  intermédiaires entre les plantes terrestres  $\text{C}_3$  et  $\text{C}_4$ . En fait, l'étude de la consommation de ressources marines par les humains profite grandement de la combinaison de la teneur isotopique en carbone avec celle en azote.

L'azote se retrouve principalement dans l'atmosphère, il est composé à 99,63 % de l'isotope  $^{14}\text{N}$  et à 0,37 % du  $^{15}\text{N}$ . Cet énorme réservoir a une composition isotopique en azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) de 0 ‰ par convention. Les plantes extraient l'azote du sol, soit directement de l'ammoniaque ( $\delta^{15}\text{N}$  de 0 ‰) ou des nitrates ( $\delta^{15}\text{N}$  autour de 3 ‰), soit à l'aide de bactéries symbiotiques ( $\delta^{15}\text{N}$  de -2 à 2 ‰) (Fry 2007, Figure 3.2). L'intérêt principal du  $\delta^{15}\text{N}$  provient de sa propriété à s'accumuler le long de la chaîne alimentaire. En effet, un fractionnement isotopique d'environ +3 ‰ se produit

entre chaque niveau de consommateurs (Minagawa & Wada, 1984), ce qui entraîne des  $\delta^{15}\text{N}$  très élevés chez les consommateurs de ressources marines (Schoeninger et al., 1983). Toutefois, plusieurs facteurs peuvent influencer le  $\delta^{15}\text{N}$  mesuré chez un individu. Des analyses effectuées sur des cheveux ont démontré que durant la croissance et la grossesse, le corps absorbe plus d'azote qu'il n'en rejette, ce qui résulte en des  $\delta^{15}\text{N}$  appauvris (Fuller et al., 2004). Le phénomène n'a, cependant, pas été observé en contexte bioarchéologique (Nitsch et al., 2010; Waters-Rist & Katzenberg, 2009). Néanmoins, dans certaines situations de stress, un effet catabolique a été mesuré, c'est-à-dire lorsque le corps produit de nouvelles protéines à partir des protéines existantes. En effet, White et Armelagos (1997) observent un enrichissement en  $^{15}\text{N}$  chez des individus présentant de l'ostéoporose et émettent l'hypothèse que ce soit en réponse à un stress hydrique. Un enrichissement similaire en  $^{15}\text{N}$  a aussi été observé par Katzenberg et Lovell (1999) sur la portion d'os récemment remodelé suite à une pathologie.

Combinées, l'analyse de la composition isotopique en carbone (extraite du collagène et/ou de carbonate) et en azote permet la reconstruction de l'alimentation des populations anciennes. La figure 3 (page 27) illustre la méthode d'interprétation traditionnellement utilisée qui consiste à combiner les teneurs isotopiques en carbone et en azote extraits du collagène osseux, et indique l'emplacement de plusieurs ressources alimentaires disponibles en contexte nord-américain dans ce modèle.

Depuis, des modèles de reconstruction de l'alimentation (Froehle et al., 2012; Kellner & Schoeninger, 2007) ont été développés à partir des différences de routage du  $^{13}\text{C}$  lors de la synthèse du carbonate et du collagène dans les os et les dents. En effet, le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate provient essentiellement du bicarbonate dissous dans le sang et résulte en une corrélation presque directe avec la composition isotopique de l'ensemble de la nourriture consommée ( $r^2 = 0,97$ , Kellner et Schoeninger 2007). Pour sa part, le collagène est composé d'acides aminés essentiels (20 %) et non essentiels (80 %). Le  $\delta^{13}\text{C}$  du collagène est à la fois fortement corrélé à la portion protéinée de l'alimentation ( $r^2 = 0,65$ ) et à l'ensemble de la nourriture consommée ( $r^2 = 0,54$ ) (Ambrose & Norr, 1993; Kellner & Schoeninger, 2007).



**Figure 3.** Compilation de  $\delta^{13}\text{C}$  et de  $\delta^{15}\text{N}$  de ressources alimentaires disponibles en Amérique du Nord, tiré de Vigeant (2012), modifié de Schoeninger et DeNiro (1984) par Denny Caron

En 2007, Kellner et Schoeninger développent un modèle linéaire simple basé sur les  $\delta^{13}\text{C}$  du collagène et du carbonate. Des régressions linéaires sont produites à partir de  $\delta^{13}\text{C}$  du collagène et du carbonate osseux obtenus d'études d'alimentation contrôlée sur des animaux. Chaque ligne reflète la source de protéine, soit  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  ou marine, tandis que la position sur la ligne renvoie à la source d'énergie (soit  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  ou mixte). Ce modèle a ensuite été amélioré par l'ajout de la composition isotopique en azote (Froehle et al., 2012). En se basant sur les mêmes études d'alimentation contrôlée sur des animaux, des analyses en grappes et des analyses en composantes principales ont été effectuées à partir des  $\delta^{13}\text{C}_{\text{collagène}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ , ce qui résulte en deux fonctions : fonction 1 « carbone » et fonction 2 « azote ». Lorsqu'appliquées à des populations archéologiques, ces fonctions reflètent cinq régimes alimentaires dont la source d'énergie ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ ) et de protéines ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  ou marine) varie en proportions. Bien que critiqués, ces modèles demeurent tout de même valides (par exemple, voir Zhu & Sealy, 2019).

### 1.2.2. Conservation et extraction de la composition isotopique initiale

La capacité d'extraire la composition isotopique *in vivo* est essentielle au domaine de la bioarchéologie isotopique. De ce fait découle que la question de la conservation et de l'extraction efficace de la composition isotopique originelle est abondamment abordée par les chercheurs en bioarchéologie isotopique. Le collagène a été plus fréquemment étudié, en raison de son utilisation pour la datation par radiocarbone. Ainsi, différents critères de contrôle de la qualité du collagène ont été déterminés dont le pourcentage du rendement en collagène et le pourcentage des éléments (% C et % N, Ambrose, 1990). Toutefois, le critère le plus reconnu est le ratio molaire du carbone par rapport à l'azote (C : N), qui doit se situer dans une proportion de 3,1 à 3,5 (van Klinken 1999, révision des coefficients de DeNiro 1985). Les premières méthodes d'extraction du collagène (par exemple celle développée par Longin 1971 et amplement utilisée en bioarchéologie) ont fait l'objet de multiples modifications depuis (par exemple, Brown et al. 1988; Bocherens et al. 1991; Sealy et al. 1986). Ainsi, l'agent acidifiant le plus souvent employé : l'acide chlorhydrique (HCl), est, par exemple, employé dans des concentrations variables allant de 1 % à 8,3 % (ou 1 mole). Le HCl interagit avec la portion minérale de l'os ce qui produit du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Sa fonction est donc de dissoudre la portion minérale de l'os, afin de ne conserver que le carbone organique pour les analyses isotopiques. Cependant, l'azote -absent de la portion minérale des os et des dents- ne nécessite théoriquement pas de traitement chimique avant l'analyse. Or, il est d'usage, pour des questions d'économie (temps et argent) et de praticabilité, d'utiliser l'os déminéralisé pour analyser la composition isotopique en azote en même temps que celle du carbone organique. Toutefois, l'effet de l'utilisation du HCl, en différentes concentrations de plus, sur la composition isotopique en azote n'a jamais été étudié sur des os archéologiques.

En ce qui concerne la conservation et l'extraction efficace de la composition isotopique de la portion minérale des os et des dents, dans le cas qui nous intéresse ici, c'est à dire, l'obtention de la teneur isotopique en oxygène et en carbone, la question est plus problématique. Les cristaux d'hydroxyapatite qui forment la portion minérale sont majoritairement composés de phosphate (PO<sub>4</sub>) duquel peut être extrait la composition isotopique en oxygène. Cependant, le carbonate (CO<sub>3</sub>) qui se trouve en faible proportion (5 % environ), sous forme substituée (Krueger & Sullivan,

1984), fournit, en plus, la teneur isotopique en carbone, ce qui ajoute de l'information sur l'ensemble de l'alimentation consommée. Toutefois, le carbonate est sujet à l'altération et à la contamination. Par contre, il est considéré que le carbonate exogène est plus soluble que le carbonate biogénique et que par conséquent il peut être enlevé convenablement à l'aide d'un lessivage des os à l'acide dilué (par exemple, voir Koch et al., 1997). Néanmoins, cette étude et plusieurs autres ont démontré que les méthodes d'extraction du carbonate produisent en fait des variations de la composition isotopique en oxygène et en carbone et ce, même lorsqu'appliqué sur des os modernes (c'est-à-dire, exempts d'altération et de contamination) (Crowley & Wheatley, 2014; Pellegrini & Snoeck, 2016; Snoeck & Pellegrini, 2015). Conséquemment, il est conseillé de ne pas utiliser les données de compositions isotopiques provenant de l'analyse du carbonate des os (surtout celles de l'oxygène) et de privilégier les données obtenues de l'analyse de l'émail dentaire (Koch et al., 1997). L'émail dentaire est composé de larges cristaux d'hydroxyapatite et n'est pas poreux (contrairement aux os), il est, par conséquent, très résistant à l'altération (Kohn & Cerling, 2002). Dans le cadre de cette recherche, compte-tenu que les principaux modèles de reconstruction du régime alimentaire (Froehle et al., 2012; Kellner & Schoeninger, 2007) utilisent le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ , les données obtenues de l'analyse du carbonate des os (sans lessivage à l'acide dilué) sont tout de même employées. Toutefois, pour s'assurer de la préservation adéquate du carbonate et de l'absence de carbonate exogène dans les échantillons osseux, le ratio de carbonate sur phosphate (C/P) des échantillons est analysé à l'aide de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier avec réflectance totale atténuée (ATR-FTIR). Tel que recommandé par France et collègues (2020), un C/P situé entre 0.08 et 0.2 est considéré indiquer un échantillon adéquatement préservé.

### 1.2.3. Fonctionnement du spectromètre de masse à ratio isotopique

L'ensemble des analyses, préliminaires et présentes, ont été effectuées au Laboratoire de géochimie des isotopes stables légers du Geotop, sous la direction de monsieur Jean-François Hélie. Les échantillons de carbonate (provenant de l'os et de l'émail dentaire) ont été analysés à l'aide d'un spectromètre de masse à ratios isotopiques (IRMS) avec triple collecteurs universel en mode injection double de marque Micromass, modèle Isoprime, couplé à un système Multicarb ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ). Les échantillons de collagène osseux ont été analysés avec un IRMS avec triple collecteurs universel en mode Flux Continu de marque Isoprime, modèle Isoprime 100, couplé à un analyseur élémentaire Elementar Vario MicroCube ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ ).

La spectrométrie de masse se fonde sur la séparation et la détection d'ions formés dans une source d'ionisation (Menet, 2011). Ainsi, les ions sont accélérés puis injectés dans un champ magnétique qui sépare les différents isotopes en fonction de leur rapport de masse sur la charge ( $m/z$ ). Cela entraîne que les isotopes légers sont plus fortement déviés que les isotopes lourds. Ainsi, le champ magnétique entraîne la formation d'un spectre des isotopes en fonction de leur masse. Ensuite, les masses sont détectées et quantifiées par l'instrument.

La composition isotopique se calcule selon la formule suivante :  $\delta = [(R_{\text{échantillon}}/R_{\text{étalon}}) - 1] \times 10^3$  où R représente le ratio de l'isotope lourd sur l'isotope léger, soit  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , ou  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ . Les teneurs isotopiques sont exprimées en ‰ par rapport à un étalon international déterminé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), située à Vienne, soit le *Vienna Standard Mean Ocean Water* (VSMOW) pour l'oxygène, le *Vienna Pee Dee Belleminite* (VPDB) pour le carbone et le *Ambiant Inhalable Reservoir* (AIR) pour l'azote (Coplen, 2011). Tel que recommandé par Brand et collègues (2014) la notation est ici simplifiée à  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  (respectivement). De plus, la teneur isotopique en carbone organique est identifiée par  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ , celle du carbonate par  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ .

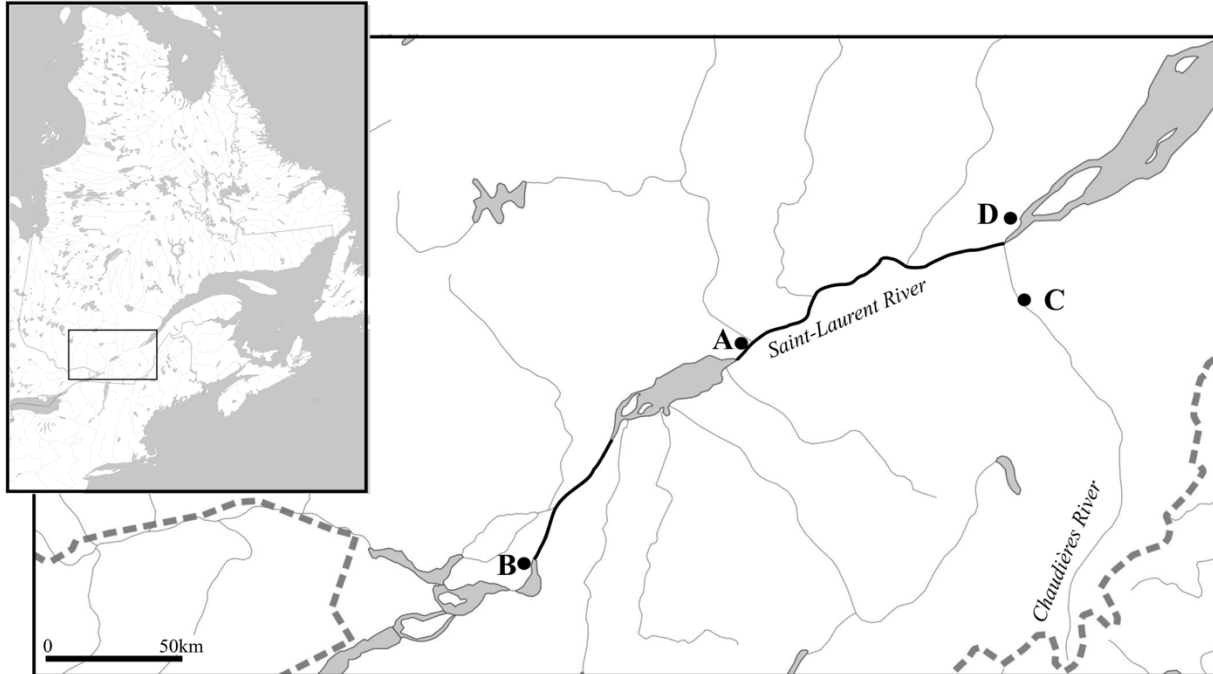
### **1.3. Populations bioarchéologiques à l'étude**

---

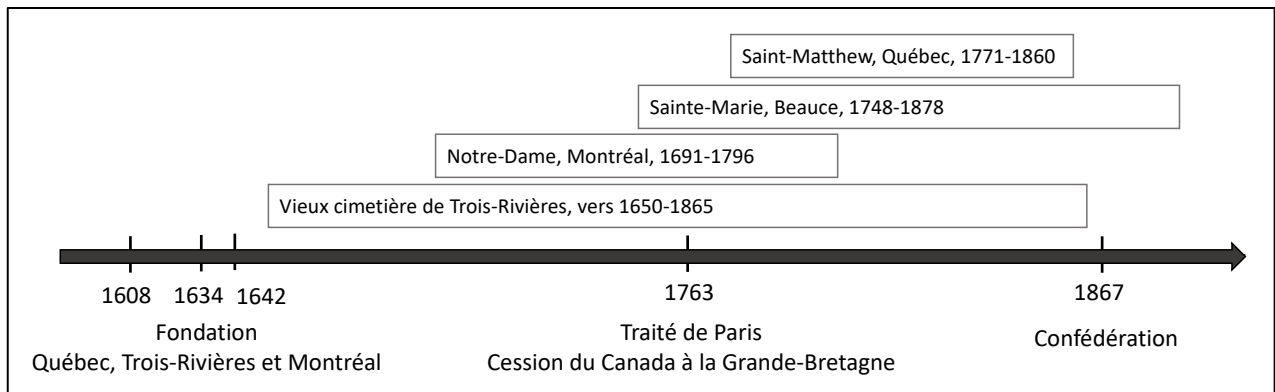
Cette méta-analyse de l'identité culturelle et de l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent du XVIIe au XIXe siècle est composée principalement des données produites lors d'analyses isotopiques effectuées sur des populations bioarchéologiques extraites de quatre cimetières canadiens. À ces données sont ajoutées, à titre comparatif, des teneurs isotopiques provenant de populations bioarchéologiques contemporaines nord-américaines et européennes extraites de la littérature spécialisée.

#### **1.3.3. Présentation des quatre cimetières canadiens à l'étude dans leur milieu respectif**

Géographiquement, les quatre cimetières à l'étude sont situés dans la vallée du Saint-Laurent, trois le long de ses rives, un plus au sud sur le territoire, le long de la rivière Chaudière (figure 4, page 32). Temporellement, la période d'opération de ces sites, depuis approximativement 1650 jusqu'à 1878, couvre les XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles, soit de la période de la Nouvelle-France jusqu'à celle de la Confédération canadienne (figure 5, page 32). Historiquement, ils représentent les trois gouvernements du Canada, durant la Nouvelle-France : Québec (1608), Trois-Rivières (1634) et Montréal (1642). De plus, ils reflètent des lieux d'inhumations pour les populations catholiques et protestantes, ainsi que les contextes urbain et rural.



**Figure 4.** Carte du Québec indiquant l'emplacement des quatre cimetières à l'étude, **A.** Vieux cimetière catholique de Trois-Rivières (vers 1650-1865); **B.** cimetière catholique Notre-Dame, Montréal (1691-1796); **C.** cimetière catholique Sainte-Marie, Beauce (1748-1878) et **D.** cimetière anglican Saint-Matthew, Québec (1771-1860)



**Figure 5.** Ligne du temps indiquant la période d'ouverture des quatre cimetières à l'étude en relation avec quelques éléments du contexte historique du Québec ancien



### **1.3.3.1. *Le vieux cimetière catholique de Trois-Rivières (vers 1650-1865)***

L'ancien espace paroissial de Trois-Rivières (code Borden CdFd-15) est situé à l'intersection des rues Notre-Dame Ouest et des Casernes. Ayant été le site d'une possible chapelle de bois, de trois églises paroissiales et d'un cimetière, il a fait l'objet d'une intervention archéologique en 2011-2012 par la firme Ethnoscop (2015). La fouille archéologique a mis au jour des vestiges architecturaux de la troisième église paroissiale érigée entre 1710 et 1713, de même que 39 sépultures, dont sept ont fait l'objet d'analyses (Ethnoscop, 2015, p. i).

L'analyse spatiale des sépultures et l'analyse ostéologique des squelettes ont fait ressortir quelques informations utiles sur l'ancienneté et/ou l'ascendance de certains individus. Par exemple, la sépulture de l'homme 12A-S3 est singulière en raison des artefacts funéraires (collier de perles de coquillage, pipe en céramique -dite iroquoise-, trois couteaux de métal dont un couteau croche, 24 balles de mousquet et 10 pierres à fusil) et de la position semi-fléchie du corps. En effet, les membres inférieurs sont repliés et rabattus sur le côté, alors que le haut du corps repose à plat sur le sol (Ethnoscop, 2015, p. 392). De plus, l'homme présente des incisives en pelle. Des analyses de radiocarbone et d'Adn ancien effectuées sur les os de cet individu suggèrent, respectivement, une datation entre 1620 et 1660 et une ascendance caucasienne. Toutefois, le bioarchéologue Robert Larocque, qui a effectué l'analyse spatiale et ostéologique de la collection, considère que le résultat d'Adn ancien reflète une contamination moderne (lors de la fouille ou des analyses en laboratoire) et demeure convaincu que la sépulture 12A-S3 est celle d'un autochtone (Ethnoscop, 2015, p. 418). Par ailleurs, la sépulture d'un possible jeune homme d'environ 16 ans (12A-S9) est antérieure à 1710. En effet, le pied de la sépulture a été perturbé lors de l'excavation des fondations de la sacristie de 1710-1713 (Ethnoscop, 2015, p. 399). Finalement, comme une jeune femme 12A-S10 présente des incisives en pelle et une perle d'émail sur les racines des premières molaires supérieures, ces caractères discrets fréquemment retrouvés chez les peuples autochtones suggèrent une affiliation avec ces derniers (Scott & Turner, 2000, p. 236-237).

### **1.3.3.2. Le cimetière catholique de la première église paroissiale Notre-Dame, de Montréal (1691-1796)**

Le site de la première « véritable église paroissiale » de Montréal (code Borden BjFj-112) est situé au centre de la rue Notre-Dame, « au sommet de la butte qui surplombait le premier séminaire de Saint-Sulpice sur la rue Saint-Paul », et ce afin de renforcer « l'importance du clergé dans l'ordre social » (Arkéos, 2008, p. 5). L'église Notre-Dame et du cimetière qui la borde au sud et à l'est, a fait l'objet de six interventions archéologiques entre 2001 et 2006, par la firme Arkéos (2008). Les fouilles archéologiques ont mis au jour de nombreux vestiges associés à la première église Notre-Dame, ainsi que des murs du cimetière, de même que les restes de plus de 193 individus (Arkéos, 2008, p. 1).

Le cimetière Notre-Dame est le cinquième cimetière catholique de la ville de Montréal. Entre 1691 et 1796 -années d'ouverture et de fermeture du cimetière-, 20 409 actes de sépulture ont été dénombrés pour la paroisse Notre-Dame-de-Montréal (recherche sur le site du programme de recherche en démographie historique <https://www.prdh-igd.com>, effectuée le 14 octobre 2023). Toutefois, ces registres comptabilisent aussi les six autres cimetières en opération durant la même période (Balac, 2009, p. 12). Les individus inhumés dans ce cimetière sont principalement des Français, surtout des Canadiens (Balac, 2009, p. 33). Les « habitants » sont inhumés dans le cimetière paroissial, alors que les mieux nantis sont enterrés sous le banc familial (Pothier, 1998, p. 10). Les archives de la Fabrique Notre-Dame comportent des références qui prouvent que des Autochtones baptisés, ont été inhumés dans le cimetière, plus particulièrement à la fin du XVIIe et au début du XVIIIe siècle (Balac, 2009, p. 42). En 1700, 17% des actes de sépultures concerne des Autochtones, mais le lieu de sépulture n'est pas précisé systématiquement (Balac, 2009, p. 42). D'ailleurs, après 1750, les mentions de sépultures d'Autochtones sont presque uniquement associées au cimetière des Pauvres (Balac, 2009, p. 42).

La distribution spatiale des sépultures se divise entre l'intérieur et l'extérieur de l'église. L'inhumation à l'intérieur de l'église ou *ad sanctos* (signifiant « avec les saints ») est un privilège réservé aux religieux et aux notables (Arkéos, 2008, p. 101). Treize individus y ont été mis au jour. En ce qui concerne le cimetière extérieur ouvert en 1691, il a été agrandi vers le sud en 1733.

L'emplacement exact du mur sud du cimetière initial n'a pu être retracé précisément, mais la présence de grosses pierres dispersées suggère qu'il se serait trouvé dans les unités de fouille 12X et 12Y. Ainsi, les sépultures 12A à 12W sont probablement postérieures à 1733.

Le bioarchéologue Gérard Gagné a effectué l'analyse ostéologique de la collection. Il a observé quelques caractères discrets dentaires, dont des incisives en pelle chez sept individus, des tubercules de Carabelli aussi chez sept individus et des protostylides chez huit individus. Toutefois, une seule indication permet d'associer les caractères à un individu. Ainsi, un individu âgé entre 16 et 18 ans (12CC-S2A) présente à la fois un tubercule de Carabelli et des incisives en forme en pelle (peu prononcée), ce qui pourrait indiquer, selon Gagné, un métissage entre les populations européennes et autochtones (Arkéos, 2008, p. 174-175). Par ailleurs, il note une fréquence élevée de caries dentaires, observée au sein de l'échantillon et il l'associe, non pas à la consommation de sucre raffiné, mais plutôt à l'amidon contenu dans les céréales (Arkéos, 2008, p. 184).

### ***1.3.1.3 Le cimetière catholique de Sainte-Marie de Beauce (1748-1878)***

L'enclos paroissial de Sainte-Marie, en Beauce, autour duquel s'est développé le village, est situé à proximité de la rivière Chaudière. C'est en 1748, avant même que l'église soit construite, sur une terre donnée par le seigneur Taschereau, qu'est inhumé un premier défunt. Le cimetière est en opération jusqu'en 1878. En 2003-2004, il fait l'objet d'interventions archéologiques menées par la firme Ethnoscop (code Borden CcEs-1). Des vestiges des murs sud et nord du cimetière furent mis au jour, ainsi qu'un minimum de 62 sépultures (Ethnoscop, 2006). De plus, une surveillance archéologique effectuée à l'été 2004, par la firme Patrimoine Experts, à l'extérieur du coin sud-est du cimetière, a mené à la découverte de 226 os épars (représentant un minimum de 9 individus) vraisemblablement dispersés à la suite de travaux antérieurs (Patrimoine experts, 2005, p. 15).

L'établissement de Sainte-Marie débute en 1738, avec l'arrivée de colons canadiens-français, recrutés à même la côte de Beupré (Brad Loewen, comm. pers.). Ce mouvement de population faisait partie de l'exode de ce secteur en raison du surpeuplement rural. Néanmoins, il n'est pas

impossible que des habitants de Sainte-Marie aient été métissés, en particulier avec des Abénakis, voire même que des Autochtones aient été inhumés dans le cimetière paroissial (Histoire plurielle, 2003, p. 17 et ss).

La présence de vis de cercueil dans les sépultures : 2A1, 2A2, 2B3, 2B9, 2E8, 2E11, 2E14 et 2G2, entres autres, indique qu'elles sont postérieures à 1842. En effet, les premières vis sont fabriquées aux États-Unis cette année-là. L'analyse ostéologique, effectuée par le bioarchéologue Robert Larocque, a porté sur 32 des squelettes exhumés lors des fouilles archéologiques menées par Ethnoscop en 2003-2004. Cet échantillon représente 21 adultes et 11 immatures (Ethnoscop, 2006, p. 77). Une fréquence relativement élevée de variations anatomiques fortement déterminées par l'hérédité, par exemple, un trou transversaire double à une vertèbre cervicale, amène Robert Larocque à considérer un degré d'apparement élevé, chez au moins 8 individus (Ethnoscop, 2006, p. 118). D'ailleurs, les sépultures de quatre de ces individus se trouvaient regroupées au sein du cimetière. De plus, deux individus avaient des incisives en pelle, une particularité présente à une fréquence plus élevée chez les populations autochtones (Ethnoscop, 2006, p. 120).

#### ***1.3.1.4 Le cimetière Anglican Saint-Matthew, de Québec (1771-1860)***

L'enclos du cimetière Saint-Matthew est situé dans le quartier Saint-Jean-Baptiste, dans la Haute-Ville de Québec. Ouvert en 1771, il est le premier lieu officiel de sépulture pour les défunts de la communauté protestante de Québec, sans distinction de nationalité, jusqu'en 1860 (Cloutier, 2000, p. 1). Le site classé arrondissement historique en 1978 a fait l'objet de plusieurs interventions archéologiques depuis 1982 (code Borden CeEt-41). Seules celles présentant un intérêt pour cette recherche sont présentées ici. En 1999, des travaux d'excavation mécanique effectués près des fondations du côté sud de l'église, supervisés par la Ville de Québec, entraînent la découverte d'un total de 135 individus (dans les opérations 8,9,10,11 et 12). Dans un premier temps, 83 individus sont exhumés lors de fouilles archéologiques. Par la suite, des contraintes budgétaires et de temps, résultent en une surveillance archéologique et seuls les os humains prélevés par la pelle mécanique sont récupérés. Un minimum d'approximativement 52 individus sont découverts ainsi (Cloutier, 2000). En 2000-2001, une surveillance archéologique effectuée

par la Ville de Québec lors de travaux aux extrémités est et ouest de la chapelle et en son sous-sol, met au jour 12 individus (sous-opération 14) (Simoneau, 2003). Finalement, en 2009, des travaux de réaménagement du parc-cimetière entraînent des interventions archéologiques pour lesquelles la firme Ethnoscop est mandatée (2010). Plus d'une centaine de sépultures sont découvertes (sous-opération 15) (Ethnoscop, 2010, p. 95).

Jusqu'en 1823, le cimetière Saint-Matthew est divisé en deux sections : une réservée aux membres de l'Église d'Angleterre (anglicans), la seconde, la plus grande, située à l'ouest, sert aux membres de l'Église d'Écosse (presbytériens) (Baker 1977, cité dans Simoneau, 2003, p. 21). Néanmoins, une vérification dans les listes des inhumations du cimetière Saint-Matthew, par Simoneau (2003, p. 11), indique la présence de personnes d'origine française. A ce sujet, le pasteur de l'Église anglicane offre des offices en français pour les immigrants des îles Jersey et Guernesey, à partir de 1822 (Noppen & Morisset, 1994 cités dans Cloutier, 2000, p. 3-4). La présence de mausolées et de caveaux en pierres des champs ou de briques témoigne du statut économique élevé de certaines familles ou individus inhumés dans ce lieu (Cloutier, 2000, p. 15). Par ailleurs, selon Cloutier (2000, p. 15), l'étendue de la présence de cercueils suggère de l'aisance de cette population archéologique. Au contraire, selon Robert Larocque, bioarchéologue, l'homogénéité et l'empilement des sépultures laissent croire « qu'ils faisaient partie de la même classe socio-économique, laquelle semble avoir été modeste » (Ethnoscop, 2010, p. 95).

L'analyse spatiale des sépultures des sous-opérations 8,9, 10,11 et 12, et l'analyse des fragments de céramiques retrouvées en association, amènent Cloutier (2000, p. 15) à proposer qu'elles seraient l'œuvre d'un même fossoyeur, étalées sur plusieurs décennies, entre 1780 et 1830. Dans la sous-opération 14B, la présence d'une couche de cendres au-dessus des sépultures suggère que ces dernières sont antérieures à l'incendie du quartier Saint-Jean en 1845 (Simoneau, 2003, p. 10). Presque tous les corps sont ensevelis avec la tête vers l'ouest, et cela indique, selon Cloutier (2000, p. 15), une pratique funéraire associée à la position géographique du pays d'origine des individus, soit vers l'Angleterre, l'Écosse ou l'Irlande. A ce sujet, une recherche effectuée sur les origines géographiques des individus à partir des mentions effectuées sur les pierres tombales, par Toupin (2015, tableau IV, p. XX), indique que près du tiers proviennent en

effet de ces pays (Tableau 1, page 38). Seuls les individus 11A2.4 et 15A-S34 ont la tête vers l'est, alors que 15A-S31 est le seul orienté vers le nord (Cloutier, 2000; Ethnoscop, 2010).

**Tableau 1.** Origine géographique des individus dont les noms ont été retracés sur des pierres tombales du cimetière Saint-Matthew, Québec (1771-1860). Recherche effectuée par Rémi Toupin (2015, tableau IV, p. XX) sur les sites [www.findagrave.com](http://www.findagrave.com) et [www.biographi.ca](http://www.biographi.ca)

Origine géographique	Nb. d'individus (N = 66)	Pourcentage (%)
Angleterre	22	33,33
Écosse	14	21,21
Ville de Québec	13	19,7
Irlande	7	10,61
États-Unis	2	3,03
Reste du Bas-Canada	3	4,55
Antilles	1	1,52
Haut-Canada et Maritime	2	3,03
Europe Continentale	2	3,03

Deux sépultures sont particulières : le juvénile 11A2 gr 4 avait la tête pointant vers l'est et deux pièces de monnaie reposaient sur ses orbites (Cloutier, 2000, p. 15), l'individu 14B12 tenait un louis d'argent daté de 1775 et un demi louis d'argent daté de 1788 dans la main droite. Selon Simoneau (2003, p. 10), l'effigie de Louis XVI sur l'avvers de ces pièces pourrait référer au fait que le roi avait rétabli les droits des Français protestants par l'édit de 1787.

#### **1.3.4. Synthèse des données issues de la bioarchéologie isotopique pour les quatre cimetières canadiens à l'étude**

Les quatre cimetières à l'étude ont fait l'objet d'analyses de la teneur isotopique avant cette recherche doctorale. Ainsi, ce projet combine et complète les données isotopiques provenant du collagène ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) et du carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) des os ainsi que celles obtenues du carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ) de l'émail dentaire effectuées par quatre chercheurs, soit Fanny Morland (2009; Ribot et al., 2016,  $n = 129$ ), Denny Caron (2013,  $n = 34$ ), Rémi Toupin (2015,  $n = 59$ ) et moi-même (2013, Vigeant et al. 2022, cette étude,  $n = 451$ ) (Tableau 2, page 47). L'ensemble des statistiques (test de normalité de la distribution des données et comparaison des moyennes) est disponible à l'Annexe 1 (page 183).

#### **1.3.4.1. Les données isotopiques disponibles pour le vieux cimetière de Trois-Rivières**

Le Vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865) a fait l'objet d'analyses isotopiques dans le cadre d'un contrat qui m'a été octroyé par la firme Ethnoscop en lien avec l'intervention archéologique tenue en 2011-2012 (Ethnoscop, 2015, rapport inclus dans le volume 2). Quatre individus, deux jeunes adultes et deux adultes, ainsi qu'un nourrisson ont fait l'objet d'analyses du carbonate dentaire et osseux et du collagène osseux afin d'étudier leur parcours de vie et leur alimentation. Les résultats suggèrent que l'homme mature 11J-S2 a migré d'une région plus chaude (États-Unis ou Europe) et a consommé une alimentation de type C<sub>3</sub> ou européenne toute sa vie. La jeune femme 12A-S10 a aussi consommé majoritairement des ressources C<sub>3</sub> durant sa vie, elle a vécu dans une région nordique ou continentale à l'enfance. Les deux jeunes hommes 12A-S3 et 12A-S9, avaient quant à eux une alimentation de type C<sub>4</sub> ou Autochtone durant leur enfance. L'homme 12A-S3 serait aussi originaire d'une région nordique ou continentale, tandis que le jeune homme 12A-S9 aurait vécu localement. Tous deux ont expérimenté un changement d'alimentation vers une plus grande intégration de ressources C<sub>3</sub>. Ce changement semble avoir été drastique pour le jeune homme 12A-S9, qui à son décès vers l'âge de 16 ans, aurait eu une alimentation de type C<sub>3</sub> ou européenne. Le nourrisson est légèrement enrichi en <sup>15</sup>N suggérant qu'il était allaité. Aucune nouvelle analyse isotopique n'a été ajoutée, les individus ayant été réinhumés.

#### **1.3.4.2. Les données isotopiques disponibles pour le cimetière Notre-Dame, de Montréal**

La collection ostéologique provenant du cimetière de Notre-Dame (1691-1796), à Montréal, a été analysée pour la première fois en 2010 par Fanny Morland dans le cadre d'une présentation par affiche dans une conférence. Ainsi, 50 individus ont fait l'objet d'analyses du collagène osseux ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ), afin de déterminer leur alimentation comparativement à d'autres groupes de l'Amérique du Nord (européens et autochtones), de comparer le régime alimentaire des hommes et des femmes et d'estimer le moment du sevrage (Desrosiers et al., 2010). Les résultats indiquent que l'alimentation des individus échantillonnés se situe dans la variation des groupes européens. Aucune différence statistique n'a été observée entre les hommes et les femmes, même si ces dernières démontrent plus de variation en  $\delta^{15}\text{N}$ . De plus, une baisse significative de <sup>15</sup>N a été notée après l'âge de deux ans en lien avec le processus de sevrage. La collection a été analysée

une seconde fois lors de mon projet de maîtrise (Vigeant, 2012). L'objectif était de répondre à la question : l'histoire migratoire individuelle influence-t-elle le régime alimentaire adopté par les Montréalais aux XVIIe et XVIIIe siècles? Pour ce faire, un échantillon de 63 individus a été analysé pour le  $\delta^{18}\text{O}$  et le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate de l'émail dentaire (prémolaires et/ou troisième molaire), ainsi que le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux et le  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène des os. En ce qui concerne la migration, dans un premier temps, la teneur en  $^{18}\text{O}$  de l'eau de Montréal a été déterminée par la moyenne du  $\delta^{18}\text{O}$  ( $22,7 \pm 0,3 \text{ ‰}$ ) obtenue de prémolaires de trois enfants, décédés avant l'âge de 10 ans (le cimetière ayant ouvert 11 ans après la dernière vague de migration). Ainsi, l'échantillon a pu être séparé entre les individus natifs de la région de Montréal ( $n=29$ ) et les migrants ( $n=25$ ). Aucun lien n'a été observé entre la migration et l'alimentation. Globalement, l'alimentation des Montréalais comprend majoritairement des ressources de type  $\text{C}_3$  avec un apport marginal de ressources de type  $\text{C}_4$  (maïs ou sucre de canne). L'homme mature (12Z-S3) se distingue par un apport plus abondant de ressources marines. Bien que l'alimentation montréalaise soit statistiquement différente de l'alimentation mesurée à La Rochelle, France (1765-1792), les résultats suggèrent tout de même une rétention des coutumes alimentaires européennes (Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017). Par ailleurs, la combinaison des  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$  obtenus du carbonate de l'émail dentaire de la prémolaire et de la troisième molaire pour 29 individus a permis de suggérer de courtes biographies (Vigeant et al., 2022). Par exemple, en se basant sur un  $\delta^{13}\text{C}$  de la prémolaire élevé (10,1 et -9,9 ‰), suggérant une plus grande consommation de ressources  $\text{C}_4$  (maïs), l'hypothèse a été émise que la femme (4H-S1) et l'homme (4B-S1) de plus de 40 ans étaient possiblement autochtones. De plus, il a été suggéré que l'adolescent (11G-S1) et le jeune homme (12DD-S5) aient été mis en esclavage. Leur  $\delta^{18}\text{O}$  indique une origine plus au sud, le bas  $\delta^{15}\text{N}$  de 11G-S1 suggère de la malnutrition et de plus, tous les deux sont décédés peu de temps après leur arrivée à Montréal (Vigeant et al., 2022, p. 12).

La normalité des données a été testée individuellement à l'aide du test de Shapiro-Wilks. Seuls les  $\delta^{15}\text{N}$  de Morland (2010) et de Vigeant (2012) et les  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate des os de Vigeant (2012) indiquent une distribution normale des données. La comparaison des moyennes, par paires, (soit avec un Test de t de Student ou un U de Mann-Whitney) pour tous les isotopes, indique une complémentarité des données (annexe 1, page 183). Toutefois, les données de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et de  $\delta^{15}\text{N}$

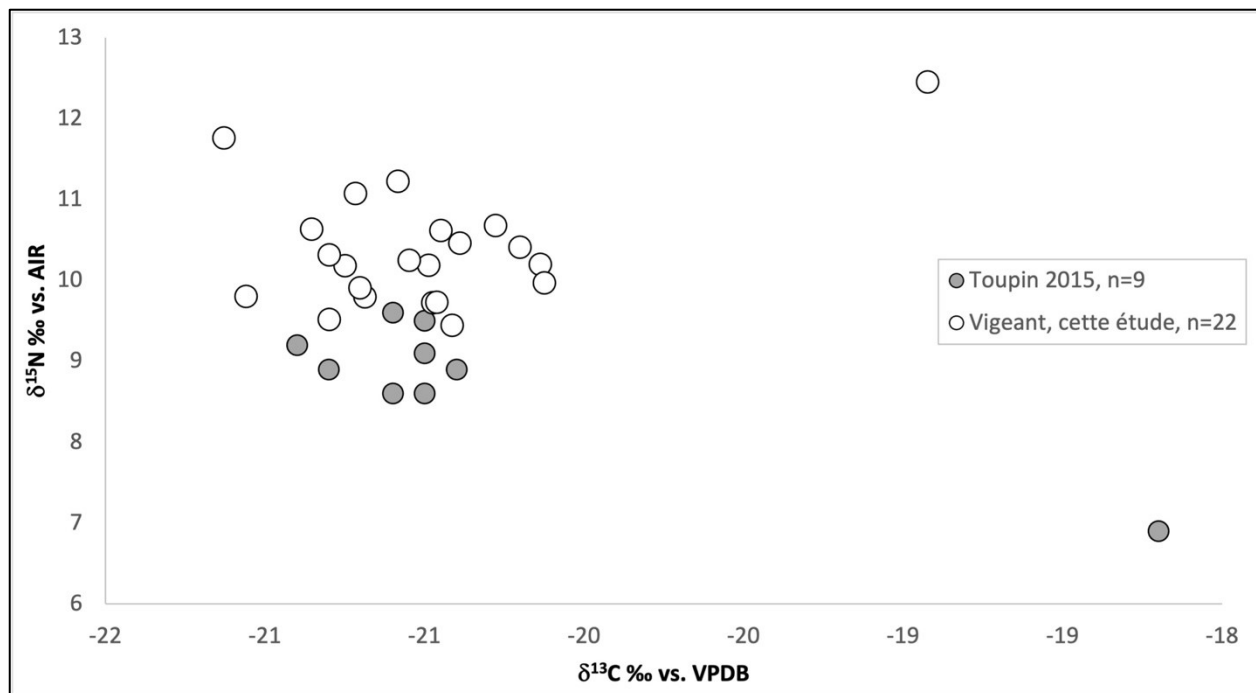


effectuées par Morland ( $n = 49$ , 2010) n'ont été rendues disponibles qu'à la fin de ce projet doctoral. Puisque plusieurs individus avaient déjà été analysés pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et le  $\delta^{15}\text{N}$  des os, seules les teneurs isotopiques de 18 individus ont été ajoutées. De plus, les tests de qualité de la conservation du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et du  $\delta^{15}\text{N}$  *in vivo* pour cinq échantillons osseux ont fourni un rapport C : N supérieur à 3,5 (de 3,6 à 3,9), et donc, ils ont été enlevés des interprétations. Parallèlement, trois  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  obtenus sur ces mêmes échantillons osseux ont aussi été rejetés, car aucun test de C/P ne démontrait de la conservation adéquate du carbonate osseux. Globalement, les nombres de données de teneurs isotopiques sont les suivants : 114 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et le  $\delta^{15}\text{N}$ , 98 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb os}}$  et 64 pour le  $\delta^{18}\text{O}$  et le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$ . Seuls les  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ -des dents et des os montrent une distribution normale des données. Ainsi, des données isotopiques sont disponibles sur un échantillon de 131 individus de la collection ostéologique du cimetière Notre-Dame de Montréal.

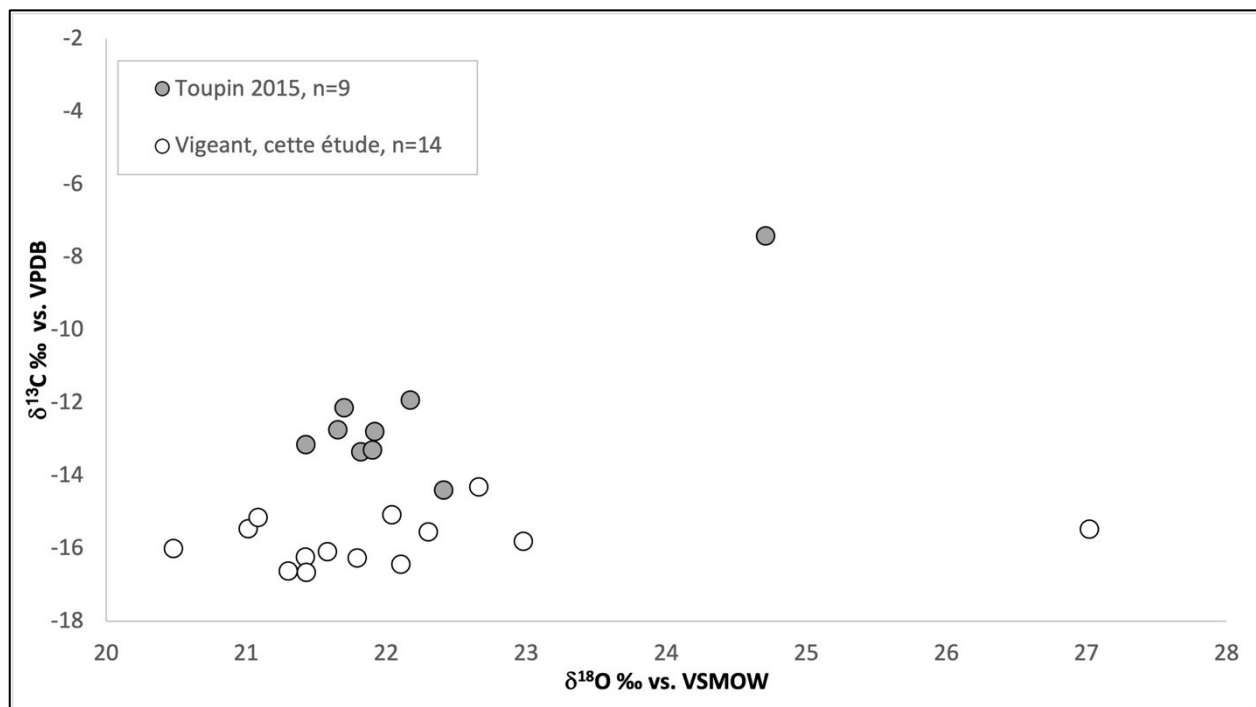
#### **1.3.4.3. Les données isotopiques disponibles pour le cimetière de Sainte-Marie, de Beauce**

La collection ostéologique provenant du cimetière catholique de Sainte-Marie-de-Beauce (1748-1878) a fait l'objet d'analyses isotopiques dans le cadre de travaux pratiques effectués durant le cours : Méthodes de la Bioarchéologie (ANT3470) que j'ai enseigné à la session 2015. Rémi Toupin, auxiliaire d'enseignement, a supervisé les étudiants lors des manipulations en laboratoire. Les données produites ont été incluses à son mémoire de maîtrise (Toupin, 2015) afin de former un groupe comparatif, provenant d'un milieu rural.

Les statistiques descriptives indiquent que seuls les  $\delta^{13}\text{C}$  obtenus du carbonate dentaire et osseux durant cette étude ont une distribution normale. Une comparaison de moyenne effectuée à l'aide du test non-paramétrique U de Mann-Whitney indique que le  $\delta^{15}\text{N}$  des os, ainsi que le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate des dents et des os sont statistiquement différents (annexe 1, page 183). La représentation graphique des  $\delta^{15}\text{N}$  (Figure 6, page 42), ainsi que des  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate des os (Figure 7, page 42) démontrent clairement une non-concordance dans les données produites. Ainsi, les teneurs isotopiques extraites du collagène et du carbonate osseux par Toupin (2015) ne seront pas conservées dans cette étude. D'ailleurs, la différence marquée observée entre les  $\delta^{15}\text{N}$  des os mesurés par Toupin (2015) et ceux produits lors de cette étude a mené à l'élaboration de l'article présenté au chapitre 2.

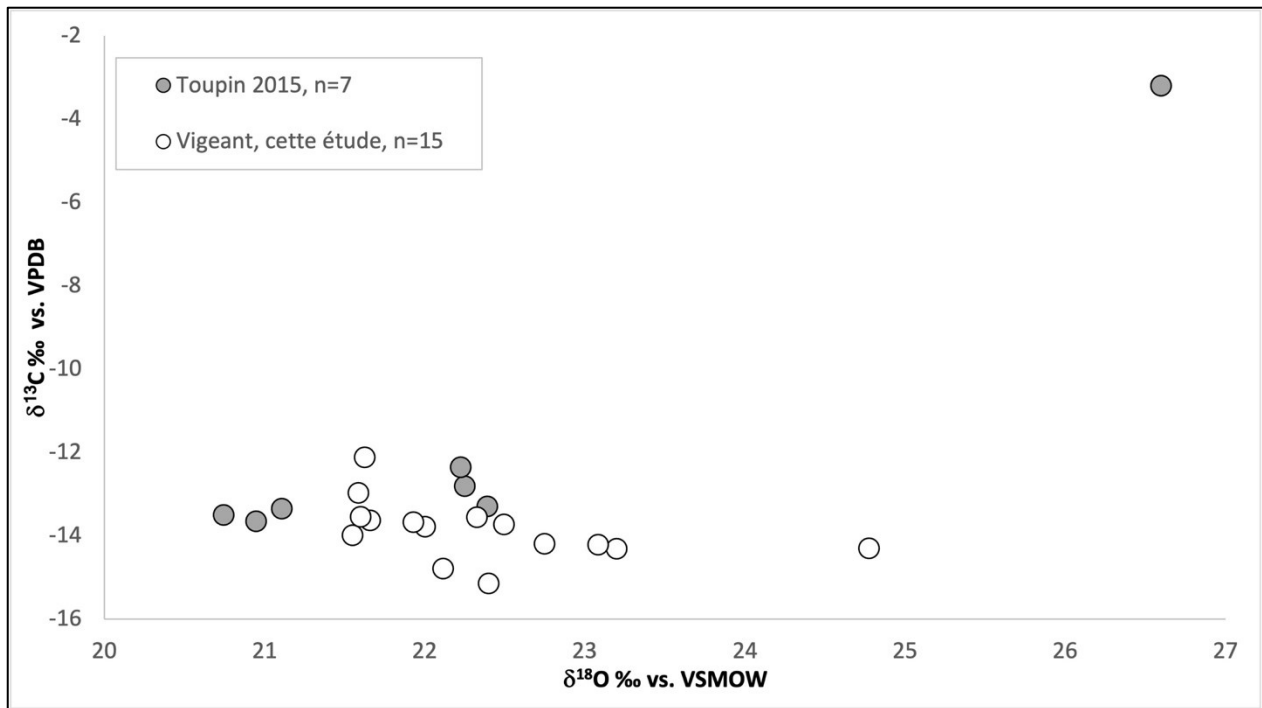


**Figure 6.** Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  produits par Toupin (2015,  $n = 9$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 22$ ) sur la collection de Sainte-Marie, de Beauce



**Figure 7.** Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate osseux par Toupin (2015,  $n = 9$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 14$ ) sur la collection de Sainte-Marie, de Beauce

En ce qui concerne le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate des dents, la représentation graphique (Figure 8, page 43) semble suggérer que la différence perçue statistiquement est exacerbée par la présence d'un  $\delta^{13}\text{C}$  très enrichi dans l'échantillon de Toupin (2015). Bien que les  $\delta^{13}\text{C}$  mesurés par Toupin (2015) soient élevés comparativement à ceux de cette étude, ils demeurent dans la variation globale obtenue et sont donc conservés.



**Figure 8.** Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate de l'émail dentaire par Toupin (2015,  $n = 7$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 15$ ) sur la collection de Sainte-Marie de Beauce

En somme, les nombres de données conservées se déclinent de la façon suivante : 22 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et le  $\delta^{15}\text{N}$ , 14 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb os}}$  et 22 pour le  $\delta^{18}\text{O}$  et le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$ . Seul le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb os}}$  montre une distribution normale des données. Ainsi, des données isotopiques sont disponibles sur un échantillon de 34 individus de la collection ostéologique du cimetière Sainte-Marie de Beauce.

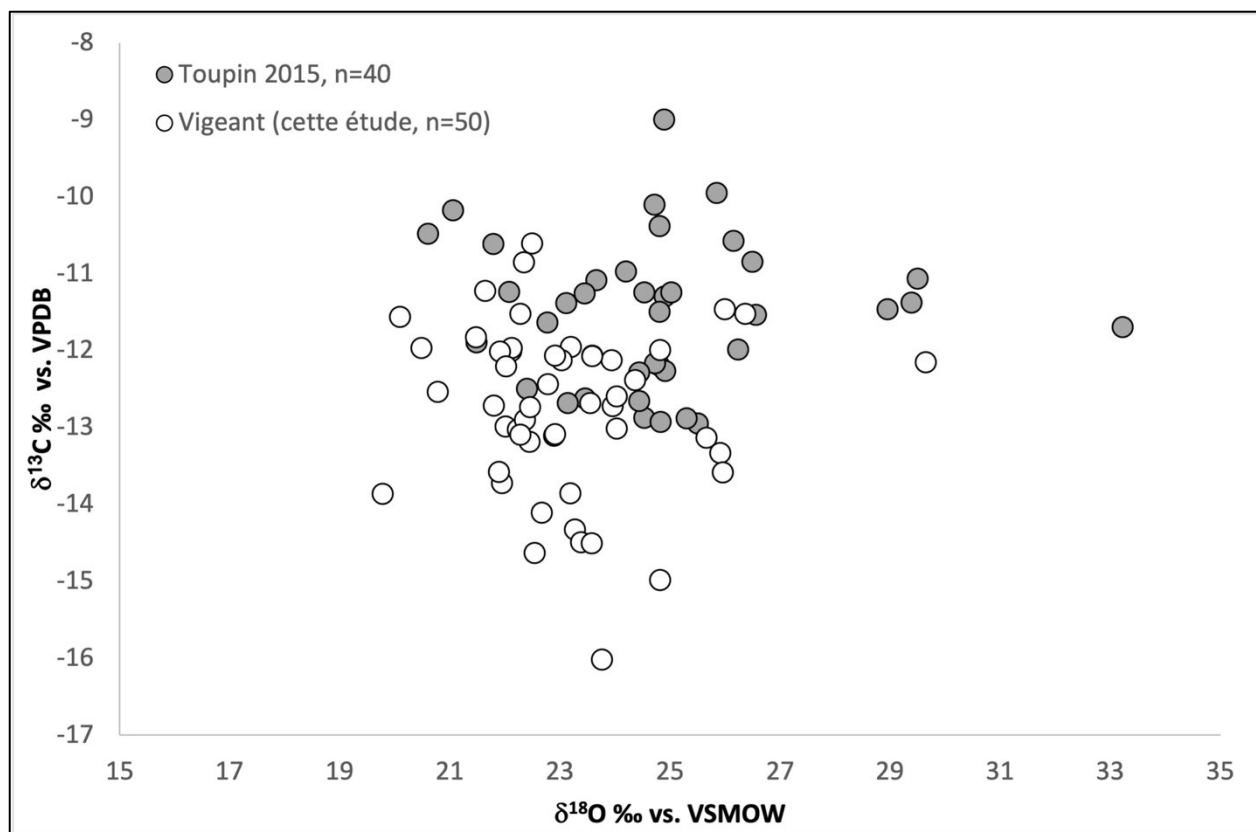
#### **1.3.4.4. Les données isotopiques disponibles pour le cimetière Saint-Matthew, de Québec**

Antérieurement à ce projet de recherche, la collection ostéologique du cimetière Saint-Matthew, a fait l'objet de trois études basées sur les analyses isotopiques. En 2009, Morland analyse le  $\delta^{13}\text{C}$

et le  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène osseux d'un large échantillon de la population archéologique ( $n = 82$ ), afin d'explorer la relation entre nutrition et état de santé. Globalement, l'alimentation indique une consommation majoritaire de ressources de type  $\text{C}_3$ , avec un apport marginal de ressources marines et/ou  $\text{C}_4$ , similaire à d'autres groupes urbains contemporains de l'Ontario (Morland, 2009, p. 98-100). En 2013, Caron étudie les processus migratoires d'un échantillon de 34 individus à l'aide de l'analyse des isotopes de strontium et d'oxygène sur les deuxièmes molaires. La base de référence pour le Québec et les possibles pays d'origine, tels que l'Irlande, l'Écosse, le nord de la France, l'Allemagne, les Antilles et les États-Unis est déterminée par le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de précipitation actuelle et des données comparatives tirées de la littérature scientifique. L'auteur estime que, 12 individus sont originaires du Québec et 19 individus sont probablement des immigrants originaires des Îles Britanniques (dont huit Écossais) ou du nord de la France. L'origine des trois autres migrants ne correspond à aucun comparatif (Caron, 2013, figure 23, p. 78). Par ailleurs, l'ajout de l'analyse de l'alimentation pour explorer la migration a fait ressortir deux individus présentant une alimentation comprenant plus de ressources  $\text{C}_4$ . L'individu 11A2.8, dont le  $\delta^{18}\text{O}$  est appauvri comparativement à la valeur obtenue pour la ville de Québec, serait possiblement autochtone. Au contraire, le  $\delta^{18}\text{O}$  de 8C2.1#2 se situe parmi la variation européenne et reflète probablement la consommation de millet. Finalement, en 2015, Toupin analyse l'évolution alimentaire de cette population archéologique majoritairement immigrante. Il ajoute le  $\delta^{18}\text{O}$  de six enfants de la collection à l'échantillon et conclut que le  $\delta^{18}\text{O}$  de la ville de Québec devait se situer entre 21,5 et 23,5 ‰. Ainsi, il n'y aurait que quatre individus nés sur le territoire québécois, six à limite de ce dernier et les 30 autres auraient migrés des Îles Britanniques ou des États-Unis (Toupin, 2015, p. 62-63). Globalement, en ce qui concerne l'alimentation, elle demeure de type européen tout au long de la vie. Chez cette population fortement immigrante, l'apport en protéines à l'enfance ressemble davantage aux populations britanniques et irlandaise plus pauvres, puis aux populations de la vallée laurentienne à l'âge adulte (Toupin, 2015, tableau XI, p. 91). Toutefois, cinq des individus natifs du territoire québécois semblent avoir consommé moins de protéines à l'âge adulte que les immigrants (Toupin, 2015, p. 69). Par ailleurs, une forte intégration de ressources  $\text{C}_4$  chez les protestants de Saint-Matthew semble aussi suivre cette adaptation d'une alimentation de type européenne vers une

alimentation de type euroquébécois (Toupin, 2015, tableau XI, p. 91). La comparaison avec les cimetières catholiques Notre-Dame, de Montréal et Sainte-Marie, de Beauce, suggèrent des différences liées à la religion ou au contexte social ou géographique (Toupin, 2015, p. 81-82). En somme, les montréalais consomment plus de ressources C<sub>4</sub> ou marines durant l'enfance. Toutefois, la tendance s'inverse à l'âge adulte. De plus, des différences marquées avec le cimetière contemporain Sainte-Marie, situé en milieu rural, suggèrent un milieu urbain permettant un meilleur accès à des ressources diversifiées à Saint-Matthew.

La plupart des groupes de données ont montré une distribution normale. Toutefois, les statistiques descriptives indiquent que les  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  obtenus du collagène osseux par Morland (2009), les  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate dentaire effectués par Caron (2013) et les  $\delta^{18}\text{O}$  du carbonate dentaire mesurés par Toupin (2015) ne présentent pas une distribution normale. Une comparaison de moyennes a été effectuée, par paires, soit à l'aide d'un test de T de Student ou du test non-paramétrique U de Mann-Whitney. Les résultats indiquent que les  $\delta^{15}\text{N}$  obtenus par Morland (2009) diffèrent des analyses effectuées pour cette étude. Par ailleurs, les données mesurées par Toupin (2015) diffèrent des nouvelles données effectuées pour cette étude pour les  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux et pour les  $\delta^{18}\text{O}$  du carbonate de l'émail dentaire, ainsi qu'avec les  $\delta^{18}\text{O}$  du carbonate de l'émail dentaire, obtenus par Caron (2013) (annexe 1, page 183). Toutefois, les différences perçues statistiquement avec les  $\delta^{15}\text{N}$  osseux obtenus par Morland (2009) et les  $\delta^{18}\text{O}$  du carbonate de l'émail dentaire mesurés par Toupin (2015) peuvent s'expliquer par la nature de leur échantillon. En effet, en raison de leurs question de recherche, les deux auteurs ont intégré plusieurs enfants à leur échantillon afin d'étudier l'âge du sevrage (Morland, 2009, p. 173) ou de déterminer la composition isotopique de l'eau consommée à Québec aux XVIIIe et XIXe siècles (Toupin, 2015, p. 62). Par ailleurs, la représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux mesurés par Toupin (2015) et ceux ajoutés pour cette étude (Figure 9, page 46) montre que, la majorité des données se chevauchent autour de -11 à -13 ‰. Ainsi, outre les doublons, l'ensemble des données produites depuis 2009 sont compilées dans cette étude.



**Figure 9.** Représentation graphique des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  obtenus sur le carbonate osseux par Toupin (2015,  $n = 40$ ) et Vigeant (cette étude,  $n = 50$ ) sur la collection Saint-Matthew de Québec

En somme, les nombres de données compilées sont les suivants : 135 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  et le  $\delta^{15}\text{N}$ , 90 pour le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb os}}$  et 80 pour le  $\delta^{18}\text{O}$  et le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$ . Seul le  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb os}}$  montre une distribution normale des données. Ainsi, des données isotopiques sont disponibles sur un échantillon de 146 individus de la collection ostéologique du cimetière Saint-Matthew de Québec.

Au total, le corpus de données de teneurs isotopiques porte sur 316 individus ayant vécu dans la vallée du Saint-Laurent ou, du moins, y ayant été inhumés, et ce, pour une période qui couvre trois siècles d'histoire, soit du XVIIe au XIXe siècle.

**Tableau 2.** Synthèse de l'ensemble du corpus d'analyses isotopiques effectuées sur les quatre cimetières historiques de la vallée du Saint-Laurent à l'étude

Site (date) Référence	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$	n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-os}}$	n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll os}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{os}}$
		$\bar{x} \pm 1s$	$\bar{x} \pm 1s$		$\bar{x} \pm 1s$		$\bar{x} \pm 1s$	$\bar{x} \pm 1s$
<b>Vieux Cimetière de Trois-Rivières (1650-1865)</b>								
Ethnoscop 2015	4	23.2 ± 1.8	-9.7 ± 3.5	5	-13,6 ± 1,5	5	-18,8 ± 2,1	11,4 ± 0,5
<b>Cimetière Notre-Dame, Montréal (1691-1796)</b>								
Vigeant 2012, Vigeant et al. 2017, 2022 B-Hardy et al. accepté en 2017	63	23,3 ± 1,6	-11,5 ± 1,2	45	-12,3 ± 0,6	45	-19,6 ± 0,5	11,5 ± 1
Ribot et al., 2016						49	-19,5 ± 0,6	11,3 ± 0,9
Nouvelles analyses	2	24,8 ± 0,7	-12,5 ± 0,3	55	-12,2 ± 1,2	54	-19,6 ± 0,8	11,2 ± 1,2
<b>Cette étude</b>	<b>64</b>	<b>23,4 ± 1,6</b>	<b>-11,6 ± 1,2</b>	<b>98</b>	<b>-12,2 ± 0,9</b>	<b>114</b>	<b>-19,5 ± 0,5</b>	<b>11,5 ± 1,0</b>
<b>Cimetière Sainte-Marie, Beauce (1748-1878)</b>								
Toupin 2015	7	22,3 ± 2,0	-11,7 ± 3,8	9	-12,4 ± 2,0	9	-20,3 ± 0,8	8,8 ± 0,8
Nouvelles analyses	15	22.3 ± 1.3	-13.9 ± 2.3	14	-15,8 ± 0,7	22	-20,5 ± 0,4	10,4 ± 0,7
<b>Cette étude</b>	<b>22</b>	<b>22,3 ± 1.3</b>	<b>-13,2 ± 2.3</b>	<b>14</b>	<b>-15,8 ± 0,7</b>	<b>22</b>	<b>-20,5 ± 0,4</b>	<b>10,4 ± 0,7</b>
<b>Cimetière Saint-Matthew, Ville de Québec (1771-1860)</b>								
Morland 2010						82	-19,6 ± 0,9	11,8 ± 1,1
Caron 2013	34	24,3 ± 1,1	-13,4 ± 1,4					
Toupin 2015	10	25,3 ± 0,9	-13,5 ± 1,2	40	-11,6 ± 1,0	9	-19,8 ± 1,0	12,2 ± 1,2
Nouvelles analyses	43	23,8 ± 2,1	-14,0 ± 1,0	50	-12,8 ± 1,1	44	-19,5 ± 1,1	12,2 ± 1,0
<b>Cette étude</b>	<b>80</b>	<b>24,2 ± 1,8</b>	<b>-13,8 ± 1,2</b>	<b>90</b>	<b>-12,2 ± 1,2</b>	<b>135</b>	<b>-19,6 ± 1,0</b>	<b>12,0 ± 1,1</b>

### **1.3.5. Données comparatives issues des méthodes de la morphologie dentaire et de l'ADN ancien pour les cimetières euro-qubécois à l'étude**

Pour la compréhension des résultats obtenus des données issues de la bioarchéologie isotopique sont ajoutées des données populationnelles produites à l'aide des méthodes de la morphologie dentaire et de l'ADN ancien.

Dans le cadre de son étude de la diversité des populations historiques par l'analyse de la morphologie dentaire, B.-Hardy (2015) a observé les caractères discrets dentaires présents chez des individus des collection ostéologique des cimetières Notre-Dame ( $n = 10$ ) et Saint-Matthew ( $n = 31$ ). Quinze individus, sept à Montréal (4K-S3, 9B1-S3, 12AA-S10, 12CC-S3, 12DD-S5, 12EE-S5 et 12W-S13) et huit à Québec (10A1.1, 12A2.11, 14B5, 15A-S1.1, 15A-S14, 15A-S32, 15B-S26 et 15B-S30) présentent des traits dentaires fréquents chez les populations autochtones (par exemples, incisives en pelle, double pelle, sillon traversant, première prémolaire supérieure à une racine, extension de l'émail, deuxième molaire supérieure à 5 cuspides) et chez les populations européennes (par exemples, tubercule de Carabelli, deuxième molaire inférieure à 4 cuspides), suggérant qu'ils seraient autochtones ou métissés. De plus, l'individu 11G-S1 présente aussi un trait fréquemment observé chez les populations africaines. Le tableau 3 (page 49) répertorie les traits dentaires de sept individus de Notre-Dame, les seuls individus dont les traits dentaires observés sont précisés dans le document. Cependant, la présence d'un tubercule de Carabelli est un caractère discret très rarement observé chez les populations autochtones, ce qui met en doute l'hypothèse d'une telle descendance chez au moins trois de ces individus (Black, 2014, p. 30; Scott & Turner, 2000, p. 236-237).



**Tableau 3.** Exemples de caractères discrets dentaires observés chez sept individus PIMA de la collection ostéologique de Notre-Dame selon leur fréquence chez les populations Européennes, Autochtones et Africaines, par B.-Hardy (2015, 119-122)

	4K-S3	9B1-S3	12AA-S10	12DD-S5	12EE-S5	12W-S13	11G-S1
<b>Traits fréquents chez les populations Européennes</b>							
Canine inférieure à 2 racines		X					X
Tubercule de Carabelli	X		X	X			X
Deuxième molaire inférieure à 4 cuspides							X
<b>Traits fréquents chez les populations Autochtones</b>							
Incisives en pelle	X	léger	léger	léger	léger	léger	léger
Incisive en double pelle			X	X	X	X	
Sillon traversant	X	X	X	X	X	X	X
Première prémolaire supérieure à 1 racine	X	X					
Deuxième molaire supérieure à 5 cuspides	X	X	X	X	X	X	
Protostylide	X	X					
<i>Tuberculum dentale</i>			X	X	X	X	
Crête distale de la canine			X	X	X	X	
Perle d'émail sur la deuxième molaire supérieure							X
<b>Trait fréquent chez les populations Africaines</b>							
Racine de Tomes							X

Dans la perspective de développer une méthode pour identifier des restes humains mis au jour dans des cimetières du Québec ancien, Harding et collègues (2020) ont analysé l'Adn de trois hommes provenant du cimetière Notre-Dame de Montréal (4K-S2, 11D-S1 et 12D-S1) et d'un homme du cimetière de Sainte-Marie de Beauce (2B7) qu'ils ont comparé avec l'Adn d'individus modernes dont la généalogie pouvait être reconstruite. Les quatre hommes présentent des haplotypes indiquant une ascendance européenne. De plus, l'haplotype mitochondrial de l'homme 11D-S1 est connu dans la population Basque suggérant cette possible affiliation (Harding et al., 2020, p. 655).

### 1.3.6. Populations bioarchéologiques comparatives Nord-Américaines et Européennes

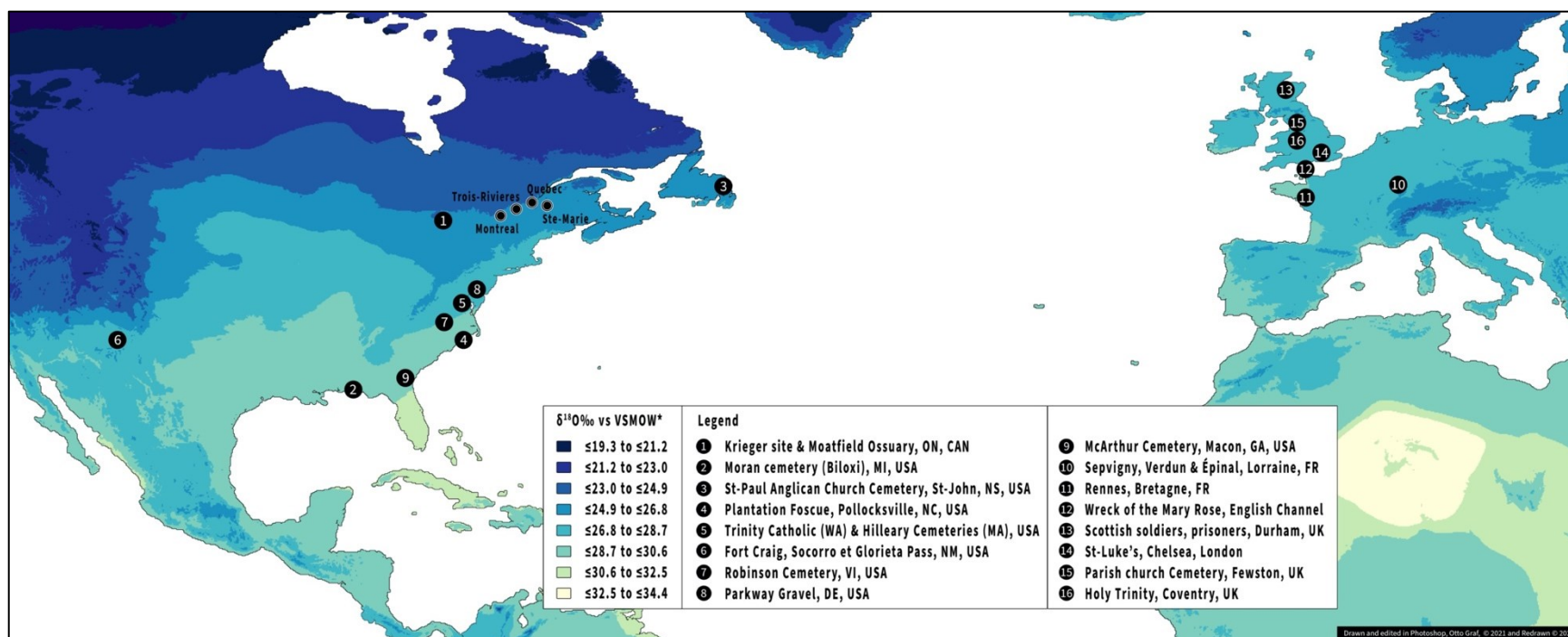
Afin d'identifier de possibles variations de teneurs isotopiques liées à l'origine géographique et à l'alimentation chez les populations archéologiques de la vallée du Saint-Laurent, des groupes comparatifs de populations archéologiques contemporaines provenant de l'Amérique du Nord et

de l'Europe de l'Ouest sont constitués. Ces populations comparatives reflètent des groupes d'identité culturelle possiblement présents sur le territoire québécois du XVIIe au XIXe siècle.

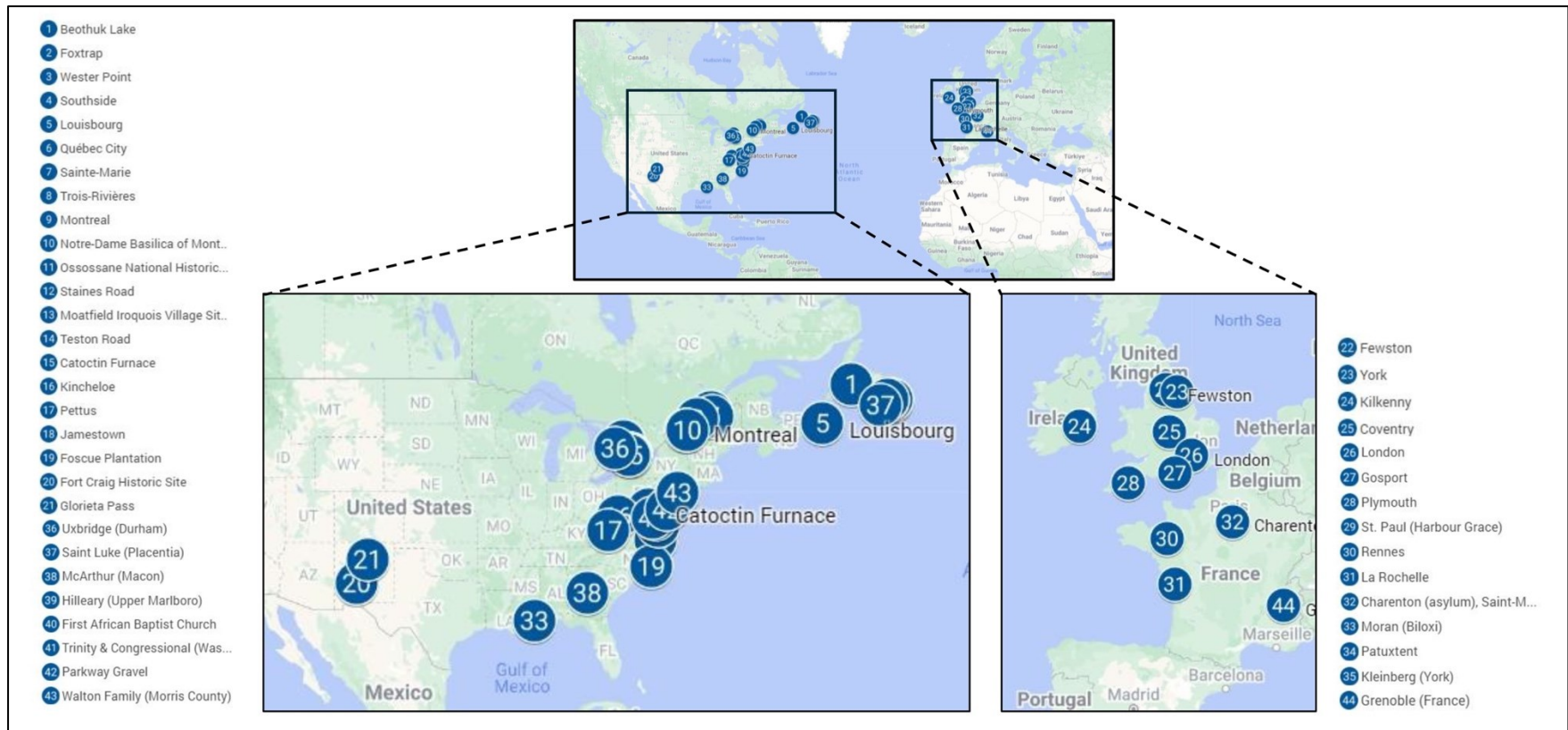
Plusieurs critères de sélection déterminent l'échantillon comparatif. Premièrement, les données isotopiques proviennent des mêmes tissus ostéologiques que ceux analysés durant cette étude, c'est-à-dire, l'émail dentaire pour la teneur isotopique en oxygène (origine) et le collagène osseux pour les compositions isotopiques en carbone organique et en azote (alimentation à l'âge adulte). Deuxièmement, en ce qui concerne plus particulièrement la composition isotopique en oxygène de l'émail dentaire, la population comparative doit être d'origine géographique « homogène » et connue, afin de constituer un groupe contrôle pour la région concernée. Finalement, l'échantillon est limité aux populations « contemporaines ». Toutefois, étant donné la rareté des données isotopiques disponibles pour certains groupes, des données isotopiques provenant de peuples autochtones du XIIe siècle et de populations européennes du XVIe siècle sont incluses, afin de constituer un échantillon représentant les différents groupes concernés.

Le positionnement sur une carte isothermique des sites Nord-Américains et Européens utilisés pour la comparaison des comportements migratoires et alimentaires (Figure 10, page 51), permet de visualiser les différences de  $\delta^{18}\text{O}$  attendues entre les individus natifs de la vallée laurentienne et les migrants et immigrants de première génération (en provenance des États-Unis ou de l'Europe). La carte suivante (Figure 11, page 52) indique la localisation des sites utilisés pour l'étude du régime alimentaire à l'âge adulte.

En somme, tel que résumé dans le Tableau 4 (pages 53), les données comparatives proviennent de groupes nord-américains (Autochtones, Acadiens, Louisianais, Canadiens, Américains et de descendance Africaine) et européens (Français, Britanniques, Irlandais et Écossais) contemporains et représentent 1630 individus provenant de 59 sites. Les données sont tirées de 37 publications scientifiques provenant de revues spécialisées.



**Figure 10.** Carte isométrique indiquant l'emplacement des sites contemporains Nord-Américains et Européens utilisés pour la comparaison des identités culturelles avec les populations de la vallée du Saint-Laurent, indiquant la variation moderne en  $^{18}\text{O}$  de l'eau de précipitation



**Figure 11.** Carte montrant l'étalement géographique global des sites Nord-Américains et Européens utilisés pour la comparaison du régime alimentaire avec les populations de la vallée laurentienne sous étude (voir tableau 4, pages 53, pour les détails)

**Tableau 4.** Synthèse de l'ensemble des données de teneurs isotopiques de sites Nord-Américains et Européens, tirés de la littérature spécialisée, servant à constituer des groupes comparatifs d'origine géographique et d'alimentation

Site, date, ville, province/État/région	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-os}}$		n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll os}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{os}}$
		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$	n	$\bar{x} \pm 1\sigma$		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$
<b>GROUPES COMPARATIFS PROVENANT DE L'AMÉRIQUE DU NORD</b>								
<b>Peuples autochtones de la région des Grands Lacs, Ontario</b>								
Site Krieger, 1186-1289, près de Chatham-Kent <sup>a</sup>	10	24,9 ± 0,9	-3,4 ± 1,3					
Ossuaire Staines Road, 1250-1300, York <sup>b</sup>						4	-12,6 ± 1,0	11,9 ± 0,9
Ossuaire Moatfield, 1280-1300, North York <sup>c</sup>	44	n.d.	-4,2 ± 1,6					
Teston Road, 1450-1500, Vaughan <sup>b</sup>						6	-12,1 ± 0,3	11,2 ± 0,4
Site Uxbridge, 1450-1500, Durham <sup>d</sup>				9	-4,9 ± 0,5	9	-10,8 ± 0,5	11,1 ± 0,7
Ossuaire Kleinberg, 1580-1610, York <sup>e</sup>				3	-5,4 ± 0,0	3	-12,0 ± 0,3	12,2 ± 0,2
Ossuaire Ossossane, 1636, Simcoe <sup>d</sup>				5	-5,1 ± 0,7	5	-11,5 ± 0,5	12,1 ± 1,3
<b>Total Autochtones de la région des Grands Lacs</b>	<b>44/54</b>	<b>24,9 ± 0,9</b>	<b>-4,1 ± 1,5</b>	<b>17</b>	<b>-5,0 ± 0,5</b>	<b>27</b>	<b>-11,6 ± 0,8</b>	<b>11,6 ± 0,9</b>
<b>Peuple autochtone de Terre-Neuve</b>								
Béothuk, post 1700, <sup>f</sup>						15	-14,8 ± 0,6	16,7 ± 1,6
<b>Acadiens, Nouvelle-France</b>								
St. Luke, fin 17e, Placentia, Terre-Neuve <sup>g</sup>						4	-18,1 ± 0,9	13,6 ± 0,7
Block 3, 1713-1723, Louisbourg, Nouvelle-Écosse <sup>h</sup>						25	-18,2 ± 2,1	11,7 ± 2,9
<b>Total Acadiens, Nouvelle-France</b>						<b>29</b>	<b>-18,2 ± 1,9</b>	<b>11,9 ± 2,8</b>
<b>Louisianais, Nouvelle-France</b>								
Site Moran, 1719-1723, Biloxi, Mississippi <sup>i</sup>	5	10,2	-12,8 ± 0,9			26	-19,1 ± 2,4	10,7 ± 1,7
<b>Canadiens</b>								
Cimetière Notre-Dame, 1691-1796, Montréal, Québec <sup>j</sup>	3	22,7 ± 0,3	-11,5 ± 0,1					
Cimetière Southside, 1750-1825, Saint-Jean, Terre-Neuve <sup>k</sup>						24	-19,3 ± 1,0	11,7 ± 1,2
Cimetière St. Paul, 1764-1820, Harbour Grace, Terre-Neuve <sup>k</sup>	6	23,6 ± 0,3	-11,6 ± 0,6			17	-17,1 ± 0,8	15,6 ± 2,1
Cimetière Wester Point, date inconnue, Portugal Cove, TN <sup>l</sup>						6	-18,1 ± 1,9	13,7 ± 3,1
Fox Trap 2, date inconnue, Foxtrap, Terre-Neuve <sup>h</sup>						13	-17,4 ± 0,5	16,4 ± 1,4

Site, date, ville, province/État/région	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-os}}$		n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll os}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{os}}$
		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$	n	$\bar{x} \pm 1\sigma$		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$
Cimetière familial Harvie, 19 <sup>e</sup> , sud de l'Ontario <sup>m</sup>						15	-18,7 ± 1,0	11,9 ± 0,9
Prospect Hill, 1824-1879, Newmarket, Ontario <sup>n</sup>						40	-19,7 ± 0,7	12,2 ± 0,6
Cimetière Anglican St. Thomas, 1821-1874, Belleville, ON <sup>o</sup>						434/ 132 <sup>1</sup>	-19,4 ± 0,7	11,1 ± 1,4
Snake Hill, 1812, Fort Erie, Ontario <sup>p</sup>						28	-16,5 ± 1,9	9,9 ± 1,5
Smith Knoll, 1812, Bataille de Stoney Creek, Ontario <sup>q</sup>				18	-10,8 ± 1,7	18	-18,2 ± 2,3	11,1 ± 0,7
<b>Total Terre-Neuviens, XVIIIe-XIXe siècles</b>	<b>6</b>	<b>23,6 ± 0,3</b>	<b>-11,6 ± 0,6</b>			<b>60</b>	<b>-18,1 ± 1,4</b>	<b>14,0 ± 2,7</b>
<b>Total Ontariens, XIXe siècle</b>				<b>18</b>	<b>-10,8 ± 1,7</b>	<b>101</b>	<b>-18,4 ± 2,0</b>	<b>11,3 ± 1,4</b>
<b>Total Canadiens, fin XVIIe au XIXe siècles</b>	<b>9</b>	<b>23,3 ± 0,5</b>	<b>-11,8 ± 0,9</b>	<b>18</b>	<b>-10,8 ± 1,7</b>	<b>161</b>	<b>-18,3 ± 1,8</b>	<b>12,3 ± 2,4</b>
<b>Américains</b>								
Jamestown, 1609-1675, Jamestown Island, Virginie <sup>r</sup>				10	-10,1 ± 2,4	10	-17,1 ± 3,9	11,8 ± 1,6
Patuxent, 1658-1680, Solomons, Maryland <sup>r</sup>				16	-9,1 ± 1,1	16	-15,3 ± 2,9	11,6 ± 0,9
Famille Walton, 1750-1830, Connecticut <sup>s</sup>				16	-9,0 ± 0,7	16	-14,1 ± 0,8	9,7 ± 0,4
Woodville Cemetery, 1790-1850, Delaware <sup>s</sup>				6	-7,2 ± 0,8	7	-12,0 ± 1,5	11,1 ± 0,6
Plantation Foscoe, 1800-1849, Pollockville, Caroline du Nord <sup>s,t</sup>	3	26,9 ± 0,7	-7,6 ± 0,9	4	-8,7 ± 0,5	4	-13,4 ± 0,7	11,1 ± 0,5
Trinity Catholic Church, 1800-1850, Washington, DC <sup>s</sup>	3	27,5 ± 0,9	-13,2 ± 3,0	6	-7,7 ± 0,6	6	-12,3 ± 1,0	11,2 ± 1,0
Kincheloe Cemetery, 1830-1860, Virginie <sup>s</sup>				2	-7,4 ± 1,8	2	-11,3 ± 1,1	13,1 ± 0,2
Hilleary Cemetery, 1850-1899, Upper Marlboro, Maryland <sup>t</sup>	3	28,2 ± 5,0	-7,1 ± 0,3			7	-14,3 ± 0,8	10,2 ± 0,8
Congressional Cemetery, 1850-1900, Washington, DC <sup>s</sup>	2	26,3 ± 0,1	-11,6 ± 2,4	34	-10,7 ± 1,4	34	-16,0 ± 1,2	10,9 ± 0,7
Fort Craig-C, 1854-1877, Socorro, Nouveau-Mexique <sup>s</sup>	6	25,8 ± 0,9	-11,8 ± 2,9	23	-9,5 ± 2,3	23	-15,8 ± 2,7	11,2 ± 0,8
Bataille de Glorieta Pass, 1862, Nouveau-Mexique <sup>s</sup>	27	27,9 ± 1,2	-8,2 ± 2,6	9	-8,5 ± 1,7	9	-13,1 ± 1,6	10,6 ± 0,4
<b>Total colons, Nouvelle-Angleterre, XVIIe siècle</b>				<b>26</b>	<b>-9,4 ± 1,8</b>	<b>26</b>	<b>-16,0 ± 3,4</b>	<b>11,7 ± 1,2</b>
<b>Total Américains, États-Unis, XVIII et XIXe siècles</b>	<b>31<sup>2</sup></b>	<b>27,9 ± 1,7</b>	<b>-7,3 ± 1,4</b>	<b>100</b>	<b>-9,4 ± 1,9</b>	<b>108</b>	<b>-14,7 ± 2,2</b>	<b>10,8 ± 0,9</b>
<b>Total Américains XVII au XIXe siècle</b>	<b>31<sup>2</sup></b>	<b>27,9 ± 1,7</b>	<b>-7,3 ± 1,4</b>	<b>126</b>	<b>-9,4 ± 1,8</b>	<b>134</b>	<b>-14,9 ± 2,5</b>	<b>11,0 ± 1,0</b>
<b>Individus de descendance Africaine, libres ou mis en esclavage</b>								
Pettus, 1700-1800, Virginie <sup>s</sup>				9	-7,4 ± 1,5	9	-10,7 ± 2,1	10,1 ± 0,8

Site, date, ville, province/État/région	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-os}}$		n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll os}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{os}}$
		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$	n	$\bar{x} \pm 1\sigma$		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$
A.P. Hill, 1730-1830, Virginie <sup>s</sup>				4	-5,7 ± 0,4	4	-10,9 ± 2,1	10,4 ± 0,6
Robinson Cemetery, 1775-1875, Virginie <sup>t</sup>	3	25,5 ± 0,1	-3,3 ± 0,6			2	-12,7 ± 3,2	11,1 ± 0,4
Catoctin Furnace, fin 18e-début 19e, Maryland <sup>u</sup>				24	-9,0 ± 1,2	24	-13,7 ± 1,5	9,8 ± 1,0
First African Baptist Church, 1824-1842, Philadelphie <sup>s</sup>				5	-9,4 ± 2,5	5	-15,0 ± 2,3	10,4 ± 0,9
Parkway Gravel, 1850-1900, Delaware <sup>s</sup>	1	25,1	-3,6	4	-8,2 ± 1,8	4	-13,2 ± 1,9	10,3 ± 0,5
McArthur Cemetery, vers 1863, Macon, Georgie <sup>v</sup>	8	27,0 ± 0,8	-7,1 ± 2,0					
<b>Total individus de descendance Africaine</b>	<b>12</b>	<b>26,5 ± 1,0</b>	<b>-5,8 ± 2,4</b>	<b>46</b>	<b>-8,4 ± 1,8</b>	<b>48</b>	<b>-12,9 ± 2,3</b>	<b>10,1 ± 0,9</b>
<b>GROUPES COMPARATIFS PROVENANT D'EUROPE</b>								
<b>Français</b>								
Sepvigny, 1500-1700, Lorraine <sup>w</sup>	5	26,4 ± 0,3						
Verdun, 1600-1650, Lorraine <sup>w</sup>	10	26,6 ± 0,9						
Épinal, 1600-1700, Lorraine <sup>w</sup>	5	26,1 ± 0,6						
Charenton, 1606-1685, Ville de Saint-Maurice <sup>x</sup>						12	-19,4 ± 0,4	12,0 ± 1,0
Couvent des Jacobins de Rennes, 17 <sup>e</sup> -18 <sup>e</sup> , Bretagne <sup>y</sup>	12	26,4 ± 0,9	-14,0 ± 1,0			48	-19,3 ± 0,4	13,0 ± 0,9
Église de Saint-Laurent de Grenoble, 17 <sup>e</sup> -18 <sup>e</sup> , Rhône-Alpes <sup>z</sup>						42	-19,6 ± 0,2	8,4 ± 1,1
Cimetière protestant, 1765-1792, La Rochelle <sup>aa</sup>				13	-11,7 ± 0,4	15	-18,3 ± 0,4	12,8 ± 1,0
<b>Total Français</b>	<b>32/12</b>	<b>26,4 ± 0,8</b>	<b>-14,0 ± 1,0</b>	<b>13</b>	<b>-11,7 ± 0,4</b>	<b>117</b>	<b>-19,3 ± 0,5</b>	<b>11,3 ± 2,3</b>
<b>Britanniques</b>								
Queen's Chapel of the Savoy, 1523-1854, Londres <sup>ab</sup>						66	-19,4 ± 0,9	12,2 ± 0,9
All Saints, 1538-fin 16 <sup>e</sup> , York <sup>ac</sup>						12	-19,1 ± 0,4	12,6 ± 0,9
Naufrage du Mary Rose, 1545, Solent <sup>ad</sup>	18	26,4 ± 0,8	-14,7 ± 0,7			18	-19,4 ± 0,3	11,4 ± 1,0
Soldats Écossais prisonnier, 1650, Durham <sup>ae</sup>	13	26,2 ± 1,2 <sup>3</sup>						
St. Luke's, fin 17e-mi 19e, Chelsea, Londres <sup>af</sup>	24	26,3 ± 0,6 <sup>3</sup>				31	-18,9 ± 0,9	12,7 ± 0,6
Christ Church Spitafields, 1729-1857, Londres <sup>ag</sup>						92	-18,8 ± 0,5	13,3 ± 0,6
Royal Naval Hospital Haslar, 1753-1826, Gosport <sup>ag</sup>						30	-20,1 ± 0,7	11,9 ± 0,6
Royal Naval Hospital, 1762-1824, Plymouth <sup>ah</sup>						50	-18,8 ± 1,0	11,1 ± 1,4

Site, date, ville, province/État/région	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-dent}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb-os}}$		n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll os}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{os}}$
		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$	n	$\bar{x} \pm 1\sigma$		$\bar{x} \pm 1\sigma$	$\bar{x} \pm 1\sigma$
Cimetière paroissial, fin 18 <sup>e</sup> - 19 <sup>e</sup> , Fewston, North Yorkshire <sup>ai</sup>	30	25,4 ± 0,5 <sup>3</sup>				73	-20,0 ± 0,7	11,3 ± 1,0
St. Barnabas/St. Mary Abbots, 1831-1853, Londres <sup>ab</sup>						24	-19,0 ± 0,7	13,5 ± 0,7
Lukin Street, 1843-1854, Londres <sup>aj</sup>						118	-19,1 ± 0,7	12,9 ± 1,1
Holy trinity, mi-18e-mi 19e, Coventry <sup>af</sup>	10	25,5 ± 0,4 <sup>3</sup>				13	-19,5 ± 0,4	12,1 ± 0,5
Kilkenny Union Workhouse, 1847-1851, Irlande <sup>aj</sup>						20	-18,9 ± 1,4	10,6 ± 0,7
<b>Total Britanniques</b>	<b>95/18</b>	<b>25,9 ± 1,0</b>	<b>-14,7 ± 0,7</b>			<b>527</b>	<b>-19,2 ± 0,9</b>	<b>12,3 ± 1,2</b>
<b>Total Européens</b>	<b>127</b>	<b>26,1 ± 0,9</b>	<b>-14,4 ± 0,9</b>			<b>669</b>	<b>-19,2 ± 0,8</b>	<b>12,1 ± 1,6</b>

<sup>a</sup> Watts et al. (2011); <sup>b</sup> Pfeiffer et al. (2014); <sup>c</sup> van der Merwe et al. (2003); <sup>d</sup> Harrison & Katzenberg (2003); <sup>e</sup> Schwarcz et al. (1985); <sup>f</sup> Harris et al. (2019); <sup>g</sup> Harris (n.d. dans Garlie 2022); <sup>h</sup> Garlie (2022); <sup>i</sup> Page (2007); <sup>j</sup> Vigeant et al. (2022); <sup>k</sup> Munkittrick et al. (2019); <sup>l</sup> Harris (2015); <sup>m</sup> Katzenberg (1991, données reproduites dans Katzenberg & Grauer, 2018); <sup>n</sup> Katzenberg & Pfeiffer (1995); <sup>o</sup> Katzenberg et al. (2002); <sup>p</sup> Raynor & Kennett (2008); <sup>q</sup> Emery et al. (2015); <sup>r</sup> Ubelaker & Owsley (2003); <sup>s</sup> France et al. (2014); <sup>t</sup> France et al. (2020); <sup>u</sup> Bruwelheide et al. (2020); <sup>v</sup> Vanderpool (2011); <sup>w</sup> Daux et al. (2005); <sup>x</sup> Gutierrez et al. (2019); <sup>y</sup> Bataille et al. (2021); Colleter et al. (2019, 2021); <sup>z</sup> Jaouen (2012); <sup>aa</sup> Vigeant (2012); <sup>ab</sup> Bleasdale et al. (2019); <sup>ac</sup> Müldner & Richards (2007) <sup>ad</sup> Bell et al. (2009); <sup>ae</sup> Millard et al. (2020); <sup>af</sup> Trickett (2006); <sup>ag</sup> Nitsch et al. (2010); <sup>ah</sup> Roberts et al. (2012); <sup>ai</sup> Gowland et al. (2023); <sup>aj</sup> Beaumont et al. (2013)

<sup>1</sup> N'ayant pas eu accès aux données de  $\delta^{13}\text{C}$  et de  $\delta^{15}\text{N}$ , l'échantillon n'est pas inclus dans le cumulatif.

<sup>2</sup> Le total exclut les individus probablement immigrants, autrement la moyenne est de 27,4 ± 1,4 pour le  $\delta^{18}\text{O}$  et de -9,1 ± 3,0 pour le  $\delta^{13}\text{C}$  (n=44).

<sup>3</sup>  $\delta^{18}\text{O}$  phosphate transformés en  $\delta^{18}\text{O}$  carbonate ( $\delta^{18}\text{Oc}$ ) avec la formule développée par Chenery et al. (2012):  $^{18}\text{Oc} = (\delta^{18}\text{Op} + 9,6849) / 1,0322$ .



### **1.3.6.1. Groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de « l'identité culturelle » à l'enfance**

L'identité culturelle est représentée par, entre autres, le mode de vie et l'alimentation. Durant le développement, ces "paramètres culturels" sont imposés à l'enfant par le tuteur, qu'il soit le parent ou non, en fonction de l'environnement, de la disponibilité en nourriture et de la culture (Curta, 2004, p. 2508). L'analyse de la teneur isotopique en oxygène ( $\delta^{18}\text{O}$ ) et en carbone ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) de l'émail dentaire permet de reconstituer l'origine géographique et l'alimentation à ce moment charnière de la formation de l'identité culturelle chez un individu. Afin d'explorer ces possibles « identités culturelles », des groupes comparatifs ont été constitués, à partir des données isotopiques provenant de populations Autochtones, Canadiennes, Louisianaises, Américaines, de descendance Africaines et Européennes.

Les  $\delta^{18}\text{O}$  et les  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  de l'émail dentaire des groupes comparatifs sont présentés à la figure 12 (page 59). Lorsque seul le  $\delta^{18}\text{O}$  était disponible une valeur arbitraire -en marge des autres valeurs obtenues- a été attribuée au  $\delta^{13}\text{C}$ . Puisque les  $\delta^{18}\text{O}$  des populations européennes se superposent, un  $\delta^{13}\text{C}$  de -18,5 ‰ a été attribué aux Français et un  $\delta^{13}\text{C}$  de - 19 ‰ aux Britanniques, afin de les différencier. Similairement, une valeur arbitraire de 39 ‰ a été donnée au  $\delta^{18}\text{O}$  des peuples autochtones et des Louisianais pour lesquels seuls des  $\delta^{13}\text{C}$  étaient disponibles.

Une représentation graphique antérieure des  $\delta^{18}\text{O}$  et de  $\delta^{13}\text{C}$  suggérait la présence de 13 migrants de première génération dans quatre des six échantillons américains des XVIIIe et XIXe siècles (soit le Congressional Cemetery, n=1; le Fort Craig-C, n=5; le Glorieta Pass n=5 et le Trinity Catholic Church, n=2). D'ailleurs, France et collègues (2014, Table 1, p. 358), mentionnent la présence probable d'immigrants Européens aux sites militaires de Fort Craig-C et de Glorieta Pass. Les trois autres individus découverts dans deux cimetières de la région de Washington, district of Columbia, présentent aussi des  $\delta^{13}\text{C}$  (soit -13,3; -14,9 et -15,0 ‰) dans la variation observée pour les Britanniques (-14,7  $\pm$  0,7 ‰, n=18). Considérant, à l'instar des conclusions d'Ubelaker et Owsley (2003), que les Américains ont rapidement adopté le maïs, une ressource  $\text{C}_4$ , ces individus, dont le  $\delta^{13}\text{C}$  appauvri indique une alimentation comprenant majoritairement des ressources de

de type C<sub>3</sub>, ne sont pas considérés ici être originaires du continent américain. Ils ont donc été retirés de l'échantillon nord-américain (Tableau 4, page 53 et Figure 12, page 59).

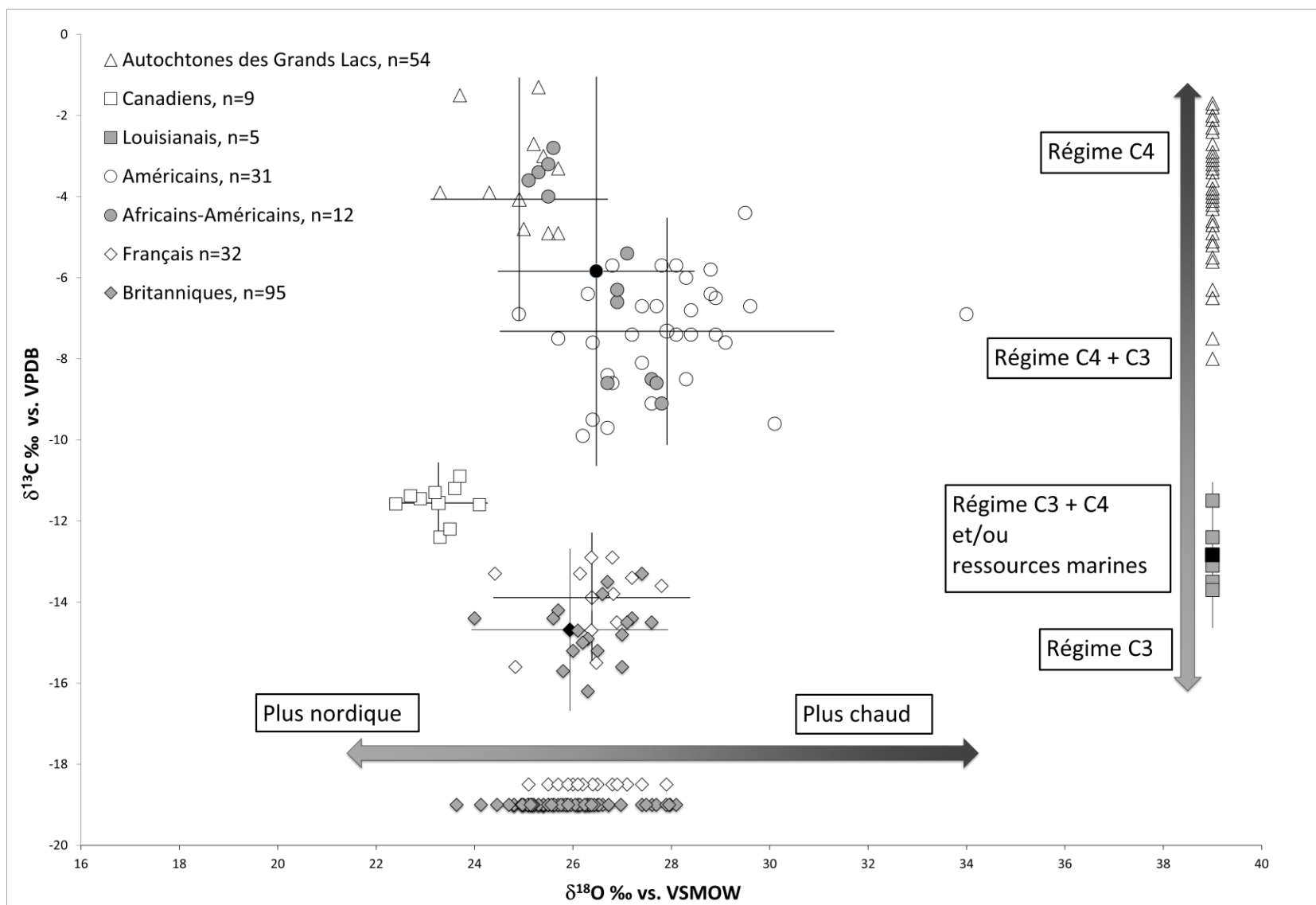
À ce sujet, en ce qui concerne le  $\delta^{13}\text{C}$ , une division nette s'observe entre les groupes consommant majoritairement des ressources C<sub>4</sub> (probablement du maïs), c'est-à-dire les Autochtones de la région des Grands Lacs, les individus de descendance Africaine et les Américains, et les autres populations nord-américaines et européennes. Sur le plan du  $\delta^{18}\text{O}$ , les groupes représentant les États-Unis (soit les Américains et les individus de descendance Africaine) ont des valeurs supérieures à 24,9 ‰. Les autochtones ont des  $\delta^{18}\text{O}$  variant de 22,4 à 25,7 ‰. Cette variation est supérieure à ce qui est attendu pour la région des Grands Lacs. En effet, les analyses de  $\delta^{18}\text{O}_p$  effectuées par Schwarcz et Schoeninger (1991) sur des os de deux individus provenant de sépultures mise au jour dans le sud-ouest de l'Ontario (localisation et datation non précisées), donnent un  $\delta^{18}\text{O}_c$  de  $21,2 \pm 0,1$  ‰ après conversion<sup>2</sup>. Cette moyenne correspond aux données de  $\delta^{18}\text{O}$  obtenues par Mant et collègues (2016) sur des cheveux modernes provenant de la région de Toronto ( $20,4 \pm 1,0$  ‰<sup>3</sup>). Néanmoins, il est attendu que le  $\delta^{18}\text{O}$  des peuples autochtones chevauche la variation canadienne et américaine, puisqu'il s'agit là de leurs territoires ancestraux.

Parmi les groupes consommant majoritairement des ressources de type C<sub>3</sub>, c'est-à-dire les Canadiens, les Louisianais, les Français et les Britanniques, la principale différence se situe au niveau du  $\delta^{18}\text{O}$ . En effet, les Canadiens ont des  $\delta^{18}\text{O}$  plus appauvris (< 24,1 ‰). De plus, les Canadiens et les Louisianais ont une alimentation moins appauvrie en <sup>13</sup>C que celle des Français et des Britanniques

---

<sup>2</sup> Avec la formule développée par Chenery et al. (2012):  $^{18}\text{O}_c = (\delta^{18}\text{O}_p + 9,6849) / 1,0322$

<sup>3</sup> Donnée transformée avec la même formule



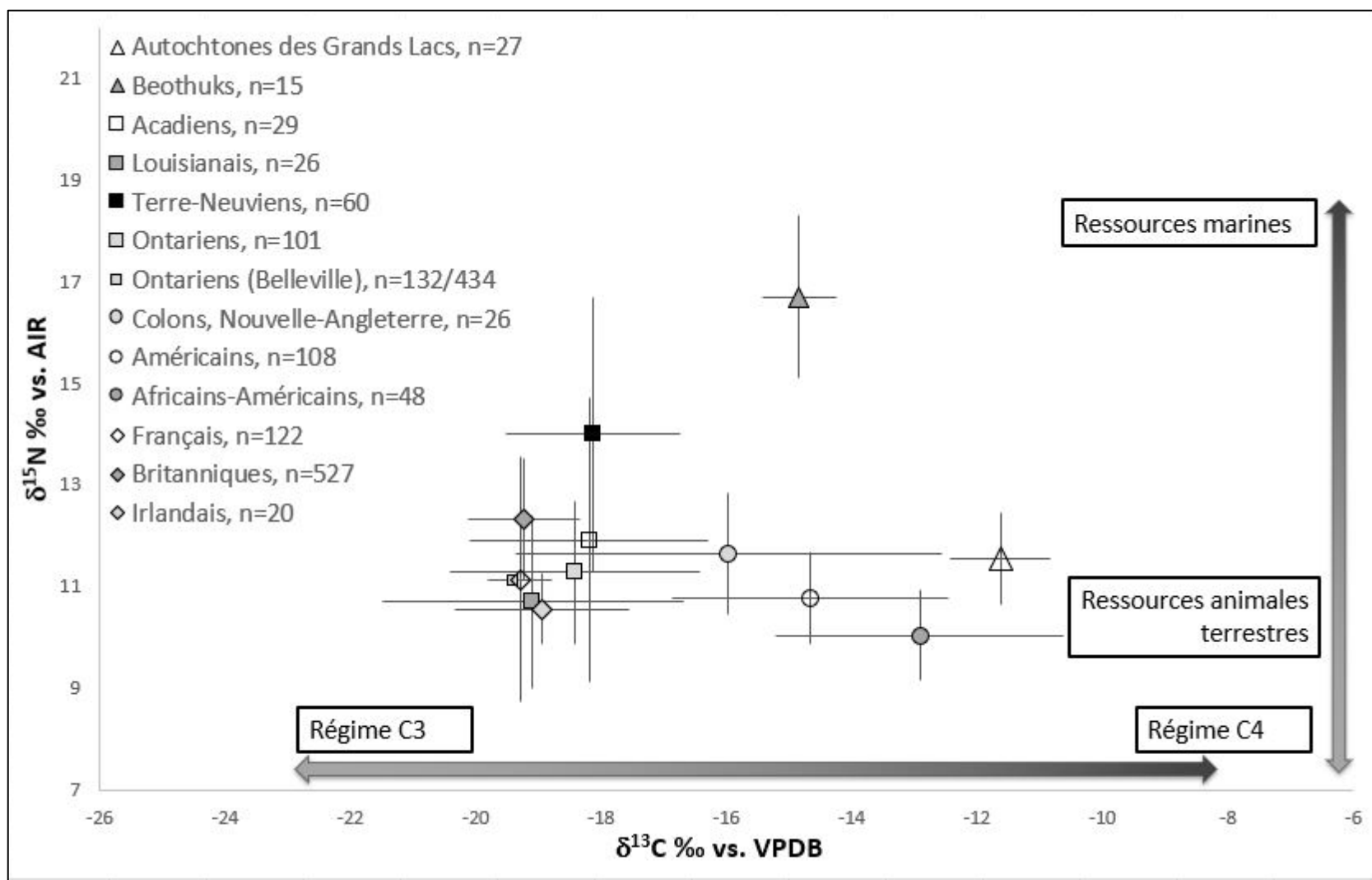
**Figure 12.** Représentation graphique de l'origine et de l'alimentation des groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de « l'identité culturelle », tirés de la littérature

### **1.3.6.2. Groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de l'alimentation**

Dans l'objectif d'affiner l'étude de l'alimentation dans la vallée laurentienne du XVIIe au XIXe siècle, les teneurs isotopiques en carbone du collagène ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ) et du carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ), de même que de l'azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) osseux obtenus de groupes Nord-Américains et Européens ont été compilées (voir Tableau 4, page 53). Le groupe Nord-Américain est divisé entre les Autochtones (de la région des Grands Lacs et de l'île de Terre-Neuve, c'est-à-dire, les Béothuks), les Acadiens et les Louisianais de la période de la Nouvelle-France (fin XVIIe et début XVIIIe siècle), les Canadiens du XVIIIe et XIXe siècle (provenant des provinces de l'Ontario et de Terre-Neuve) et les Américains (soit les colons de la période de la Nouvelle-Angleterre, des XVIIIe et XIXe siècles et les individus de descendance Africaine, libres ou mis en esclavage). Le groupe des Européens se compose de populations françaises, britanniques et irlandaises des XVIIe aux XIXe siècles.

Les  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène osseux des groupes comparatifs sont présentés à la figure 13 (page 61). A l'instar des résultats obtenus à partir du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  de l'émail dentaire (Figure 12, page 59), les  $\delta^{13}\text{C}$  du collagène osseux montrent une claire séparation entre les groupes consommant régulièrement des ressources  $\text{C}_4$  (probablement du maïs), c'est-à-dire les Autochtones (de la région des Grands Lacs et les Béothuks) et les Américains (dont les individus de descendance Africaine), et les autres populations nord-américaines et européennes ayant une alimentation comprenant majoritairement des ressources de type  $\text{C}_3$ . En ce qui concerne le  $\delta^{15}\text{N}$ , les deux groupes de l'île de Terre-Neuve ont des teneurs élevées, ce qui reflète probablement l'environnement côtier et la consommation de ressources marines. À l'opposé, le groupe des individus de descendance Africaine présente les  $\delta^{15}\text{N}$  les plus appauvris, possiblement en lien avec une alimentation pauvre en protéines.

En somme, les données de  $\delta^{18}\text{O}$  et de  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate de l'émail dentaire, ainsi que celles de  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène osseux tirées de la littérature scientifique démontrent des différences sur le plan de l'origine géographique et de l'alimentation à l'enfance et à l'âge adulte des différents groupes (par exemple : autochtones, canadiens, européens), ayant habités la vallée du Saint-Laurent entre le XVIIe et le XIXe siècle.



**Figure 13.** Représentation graphique de l'alimentation des groupes comparatifs nord-américains et européens pour l'étude de l'alimentation. Seule la moyenne avec barres d'erreurs (représentant 1σ) a été utilisée pour alléger le contenu, tiré de la littérature

#### **1.4. Identité culturelle et régime alimentaire chez les populations de la vallée laurentienne du XVIIe au XIXe siècles : ce que l'histoire, la démographie, la génétique et la bioarchéologie isotopique nous apprend**

---

La colonisation française de l'Amérique du Nord s'articule dans le contexte des « grandes découvertes » européennes des XVe et XVIe siècles. Ainsi, en 1524, au nom de la France, Giovanni da Verrazzano, explore la côte atlantique de l'Amérique du Nord, de l'actuelle Caroline du Nord jusqu'au Labrador, territoire qu'il nomme « Nova Gallia ». Au XVIIe siècle, le vaste territoire de la Nouvelle-France s'articule en cinq gouvernements particuliers : trois situés au Canada, soit Québec, Trois-Rivières et Montréal, puis la Louisiane et l'Acadie. L'implantation d'un si vaste empire français en Amérique du Nord, repose sur le réseau d'alliances conclues avec les nations autochtones (Havard, 2022, p. 11). Ces échanges incluent le don, puis le commerce d'individus provenant de nations autochtones « ennemies » mis en esclavage. En 1763, la défaite française en Amérique du Nord à la suite de la guerre de Sept Ans (depuis 1756) entraîne la cession du Canada à la Grande-Bretagne par le traité de Paris. S'ensuit l'arrivée de Britanniques qui s'établissent progressivement dans la vallée laurentienne, certains avec leurs esclaves de descendance africaine. Cette recherche s'intéresse aux adaptations alimentaires vécues par les individus composant diverses populations bioarchéologiques issues de la vallée laurentienne à la suite de leur arrivée dans un nouvel environnement (physique et social) et du contact avec différents groupes « d'identité culturelle » (autochtones et européens). Cette problématique de la bioarchéologie isotopique québécoise est explorée à l'aide de la reconstruction de l'alimentation, de l'origine et de la mobilité passées.

##### **1.4.1. La présence autochtone en contexte colonial laurentien**

A leur arrivée dans la vallée du Saint-Laurent, les Français s'installent sur un territoire presque inoccupé, mais leur arrivée va intensifier le commerce, ainsi que les rivalités entre les nations qui veulent profiter de cette opportunité économique. Des alliances sont rapidement scellées entre les Français et les Outaouais et autres groupes algonquiens, afin de les dissuader d'aller vendre leurs fourrures en Nouvelle-Amsterdam (Dechêne, 1974, p. 18). La Nouvelle-France compte aussi

sur les effectifs guerriers des nations autochtones en cas d'agression ou pour mener des campagnes militaires (Dubois & Morin, 2018, p. 113).

Par ailleurs, une « fusion de races » telle que prédite par le cardinal Richelieu, en 1627, est encouragée au début de la colonie (Larin, 2000, p. 63-65). Louis XIV offre même une dot « substantielle » aux femmes et filles autochtones qui épousent un Français (Dechêne, 1974, p. 39). Toutefois, cette politique d'assimilation est rapidement abandonnée, les administrateurs étant plus intéressés à ce que les Autochtones demeurent des « pourvoyeurs dociles de fourrure et de guerriers » (Dechêne, 1974, p. 42). Tout de même, les résultats d'une étude combinant la généalogie et la génétique indique que, dans quatre régions, plus de la moitié des participants canadiens-français ont au moins un ancêtre autochtone dans leur généalogie, la proportion atteignant même 85% sur l'île de Montréal (Vézina et al., 2012, p. 99).

Dans la vallée laurentienne, « le réseau d'alliances, fondé sur la traite des pelleteries et, plus généralement sur l'échange de services et de bons procédés » est tissé avec les groupes autochtones « domiciliés » qui vivent à proximité de Québec, de Trois-Rivières et de Montréal (Havard, 2022, p. 7). Au XVIIIe siècle, des missions catholiques aménagées sous forme de villages autochtones chrétiens sont mises sur pied par les Jésuites et les Sulpiciens dans la vallée du Saint-Laurent (Dubois & Morin, 2018, p. 115).

En fait, « les Français se seraient établis à Trois-Rivières précisément parce que c'était un lieu de rassemblement des autochtones et ils se seraient en partie « greffés » à des réseaux commerciaux déjà existants » (Ethnoscop, 2015, p. 417). En effet, la région sert de lieu de rassemblement aux nations algonquiennes lors du nomadisme saisonnier du Nord vers le Sud et vice-versa (Dubois & Morin, 2019, p. 54). Dans le recensement de 1737, Hocquart signale la présence de 30 guerriers algonquins et népissingues (cité dans Dubois & Morin, 2019, p. 54). Selon Dubois et Morin (2019, p. 54), cela suggère une population autochtone totale d'environ 90 à 150 dans la région et inclurait aussi des Têtes-de-Boule et des Gens-des-Terres. D'ailleurs, parmi les individus mis au jour dans le Vieux cimetière de Trois-Rivières, en 2011-2012, trois sont possiblement autochtones. Par exemple, les analyses isotopiques effectuées sur le squelette de l'homme (12A-S3), inhumé vers 1650, en position semi-fléchie et accompagné d'objets typiquement

autochtones, suggère qu'il était originaire d'une région nordique et/ou continentale de l'Amérique du Nord et qu'il consommait majoritairement des ressources C<sub>4</sub> durant l'enfance (soit du maïs). Le second individu, un adolescent (12A-S9), inhumé avant 1710, était probablement originaire de la vallée laurentienne et avait aussi une alimentation de type C<sub>4</sub> à l'enfance. La jeune femme (12A-S10), présente des incisives en pelle et une perle d'émail sur les racines des premières molaires supérieures, des caractères discrets dentaires associés aux populations autochtones. Elle a vécu dans une région nordique et/ou continentale à l'enfance et son alimentation comprenait majoritairement des ressources C<sub>3</sub> (Ethnoscop, 2015).

En ce qui concerne Montréal, ce sont des motivations religieuses qui ont mené à l'implantation de la communauté. Les Jésuites avaient noté en 1641, que l'endroit semblait idéal pour attirer les communautés autochtones. Toutefois, en raison de la menace Iroquoise, aucun groupe autochtone ne s'installe de façon permanente. En 1667, les Jésuites fondent la mission Saint-François-Xavier-des-Prés dite La Prairie de la Magdelaine pour établir les chrétiens des groupes Iroquois, Hurons et autres (Dubois & Morin, 2018, p. 115). La mission se déplace du côté du Sault-Saint-Louis en 1676, puis plus en amont, en 1690, 1696 et en 1716 elle se fixe à Kahnawake. En 1676, les Sulpiciens ouvrent la mission Notre-Dame-des-Neiges, dite Mission de la Montagne, au pied du Mont-Royal. Le village regroupe des autochtones communautés iroquoises, huronnes et autres (Dubois & Morin, 2018, p. 115). Au recensement de 1692, la population est établie à 212 individus, soit 107 hommes et 105 femmes (Dubois & Morin, 2019, p. 47). La mission est déplacée au Sault-au-Récollet en 1696, puis à la nouvelle mission de l'Annonciation-du-Lac-des-Deux-Montagnes en 1721 (Dubois & Morin, 2018, p. 115). La mission Saint-Louis-de-l'Île-aux-Tourtes est fondée en 1704, par les Sulpiciens pour accueillir les groupes Népissingues et Algonquins (Dubois & Morin, 2018, p. 115). Elle se transporte aussi à la nouvelle mission de l'Annonciation-du-Lac-des-Deux-Montagnes en 1721 (Dubois & Morin, 2018, p. 115). Ces missions possèdent leur propre cimetièrè.

Par ailleurs, à partir des années 1660-1670, Montréal devient un lieu de rencontres saisonnières. La foire annuelle attire de nombreux groupes autochtones : Outaouais, Pétuns-Hurons et autres, qui viennent vendre les peaux de castor chassées durant l'hiver (Lamothe, 2007, p. 25). Par



exemple, en 1674, près de 800 autochtones participent à la foire, ce qui double presque la population de la ville (qui est de 659 habitants en 1666 et de 1381 en 1681). En 1701, le rassemblement d'une quarantaine de nations alliées, venues d'aussi loin que l'Acadie et à l'ouest du Lac Supérieur aboutit à la signature du traité de la Grande Paix de Montréal. Ce congrès réunit 1300 délégués autochtones, alors que la population de la ville s'élève à 1200 habitants (Havard, 2022, p. 8). L'un de ses principaux artisans, le chef huron Kondiaronk, décède durant le rassemblement. S'ensuit des funérailles honorifiques et il est inhumé à l'intérieur de l'église Notre-Dame.

À ce sujet, dans une étude combinant les résultats obtenus de la morphologie dentaire (B.-Hardy, 2015) et de la bioarchéologie isotopique ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  de l'émail dentaire, Vigeant, 2012) sur la collection ostéologique du cimetière Notre-Dame (1691-1796), les huit individus identifiés comme étant possiblement autochtones ou d'ascendance métissée (PIMA) présentent des  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  soit appauvris ( $-12,9 \pm 0,4 \text{ ‰}$ ,  $n = 7$ ,  $t = 5,153$ ,  $df = 30.515$ ,  $p < 0,001$ ) ou enrichi en  $^{13}\text{C}$  ( $-9,1 \text{ ‰}$ ,  $n = 1$ ), comparativement à l'ensemble de l'échantillon ( $-11,8 \pm 1,2 \text{ ‰}$ ,  $n = 33$ ). Ces résultats suggèrent la présence d'individus possiblement autochtones provenant de groupes pratiquant (ou non) la culture du maïs (B.-Hardy et al., accepté en 2017). Par la suite, la présence de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  de l'émail dentaire élevé chez une femme et un homme mature de la même collection (respectivement  $-10,1$  et  $-9,9 \text{ ‰}$ ), a amené Vigeant et collègues (2022) à formuler l'hypothèse d'une ascendance autochtone pour ces deux individus.

En somme, à ce jour, les analyses isotopiques ont possiblement identifié 12 individus autochtones ou métissés dans ces deux cimetières catholiques ouverts durant la période de la Nouvelle-France, soit cinq individus ayant une alimentation  $\text{C}_4$  à l'enfance, et huit autres avec une alimentation  $\text{C}_3$  à la même période de leur vie. Par ailleurs, il y a la possibilité de retrouver un ou des individus autochtones dans le cimetière rural de Sainte-Marie, en Beauce. À la fin du XVIIIe siècle, le village abénaquis de Saint-François est localisé au saut de la rivière Chaudière avant d'être relocalisé sur la rivière Saint-François (Dubois & Morin, 2018, tableau 1).

Pendant le Régime britannique, les alliances que les Français avaient signées avec des groupes autochtones ne sont pas reconduites. Toutefois, beaucoup de marchands britanniques étaient intéressés par le commerce des fourrures et la vente de leurs biens manufacturés aux « innombrables tribus de sauvages » (*Glasgow Journal* de janvier 1760, cité dans Ruddel, 1991, p. 48). Dans son analyse isotopique de la provenance de 34 individus mis au jour au cimetière Saint-Matthew, Caron (2013) identifie trois individus possiblement autochtones : un jeune homme et deux femmes matures. Ces trois individus présentent des  $\delta^{18}\text{O}$  appauvris comparativement à la valeur obtenue pour la ville de Québec. De plus, leurs  $\delta^{15}\text{N}$  sont inférieurs à la moyenne, ce qui suggère une alimentation comportant des protéines en moindre proportion. Les analyses de la morphologie dentaire (B.-Hardy, 2015) semblent plutôt indiquer que l'une des femmes serait d'ascendance européenne (les deux autres individus n'ayant pas été analysés). Par ailleurs, huit autres individus présenteraient aussi des caractères de la morphologie dentaire appartenant aux deux groupes : autochtone et européen (B.-Hardy, 2015).

#### **1.4.2. La présence européenne dans la vallée du Saint-Laurent**

Les débuts de la colonisation européenne sont très lents : en 1663, le Canada ne compte que 3 035 colons (Trudel, 1973). Dans une lettre datée du 5 avril 1666, le ministre de l'État, Jean-Baptiste Colbert en réponse à une missive envoyée par le premier Intendant de la Nouvelle-France, Jean Talon, qui demande des politiques de peuplement afin de former au Canada « un grand & puissant Estat », écrit : « Il ne seroit pas de la prudence (du Roy) de dépeupler son Royaume comme il faudroit faire pour peupler le Canada » (cité dans Charbonneau & Landry 1979, 32). En conséquence, la croissance de la population coloniale doit venir, en premier lieu, du mouvement naturel, et en second lieu, de la migration française (Charbonneau & Landry, 1979, p. 32). Près de six immigrants français sur dix sont des hommes, célibataires, âgés de 15 à 30 ans. Il s'agissait surtout de soldats et d'engagés célibataires ou accompagnés de leur famille dont l'employeur défrayait le coût de la traversée (Charbonneau et al., 1987). Les hommes en âge de se marier sont alors de six à quatorze fois plus nombreux que les femmes. Devant ce déséquilibre démographique au sein de la population coloniale, le roi Louis XIV envoie 764 Filles du Roi en Nouvelle-France, de 1663 à 1673. Il s'agit de l'unique migration massive de femmes en Nouvelle-

France (Landry, 1992, p. 8-9). Par la suite, la croissance démographique sera principalement due au taux de natalité très élevé (9,5 enfants par femme à Montréal; Gauvreau, 1998). Ainsi, dès 1681, plus de 60 % des 1389 Montréalais recensés sont nés dans la colonie (soit 888) (Dechêne 1974, Tableau 2). Ensuite, d'autres facteurs participent à la croissance démographique, soit la mobilité interrégionale, puis l'immigration en moindre proportion. Ces faits historiques sont reflétés dans les études d'analyses isotopiques de l'oxygène de l'émail dentaire effectuées par Vigeant (2012) sur la collection ostéologique provenant du cimetière de la première église paroissiale de Montréal (Notre-Dame, 1691-1796). Sur un échantillon de 54 individus, 54 % (ou 29) étaient probablement natifs de la région (élargie) de Montréal ( $\delta^{18}\text{O}$  entre 21,9 et 23,4 ‰). Ensuite venaient les migrants : 33 % (18 individus) seraient originaires d'une région plus chaude ou plus côtière ( $\delta^{18}\text{O}$  plus élevé) et 13 % (sept individus) seraient venus d'une région plus froide ou continentale ( $\delta^{18}\text{O}$  plus bas). Récemment, une réanalyse approfondie de ces résultats (Vigeant et al., 2022) a permis de déterminer un  $\delta^{18}\text{O}$  de  $22,7 \pm 1$  ‰ pour l'eau consommée à Montréal aux XVIIe et XVIIIe siècles. L'inclusion des  $\delta^{18}\text{O}$  des individus PIMA a permis d'étendre la variation nord-américaine jusqu'à 24,4 ‰. Appliquées à un sous-ensemble de 32 individus (incluant trois enfants), ces valeurs élargies suggèrent que 72 % des individus (soit 21) seraient originaires du nord-est de l'Amérique du Nord, dont 52 % (ou 15) seraient natifs de Montréal ou de sa région. Donc, 28 % des individus (soit 8) auraient vécu de la mobilité sur une grande distance durant leur vie, soit en provenance d'une région plus chaude de l'Amérique du Nord, soit en effectuant la traversée de l'Atlantique en provenance de l'Europe.

Bien que rapidement la population montréalaise ait été majoritairement native des territoires nord-américains, il semble que les préférences françaises aient été maintenues sur le plan de l'alimentation. Comme l'exprime Braudel (1981, p. 129) : « Le grain était la vie de la France ». En fait, le colon moyen consomme un kilogramme de pain par jour (Desloges & Courval, 2009, p. 97). Selon le journal de Pehr Kalm rédigé lors de son voyage au Canada en 1749, le matin, les hommes trempent le pain dans de l'eau-de-vie et les femmes l'accompagnent de chocolat (Kalm et al., 1977, p. 297). Au dîner, le potage contient bouillon et pain, il est suivi de viande rôtie ou bouillie et de légumes, puis des laitages constituent le dessert. Finalement, au menu du repas du soir, la

viande (ou le poisson) est servie, accompagnée d'une salade ou de légumes (Kalm et al., 1977, p. 119). Le poisson est fréquemment consommé. En effet, dans le calendrier liturgique, la consommation de viande est proscrite les vendredis, samedis et durant le carême. D'ailleurs, Pehr Kalm, témoin du respect de cette prescription, et outre un samedi où il s'étonne de se faire servir du castor (l'animal est considéré semi-aquatique), il observe que les gens consomment œufs, poissons et laitages durant ces moments (Kalm et al., 1977, p. 478). Parmi les ressources indigènes, les habitants ont surtout adopté les produits de l'érable et la bière d'épinette, le melon et marginalement le maïs (Boucher, 1664; Desloges & Courval, 2009; Fournier, 2004; Kalm et al., 1977). Ces données historiques ont été appuyées par les données de la bioarchéologie isotopique. L'analyse du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ , du  $\delta^{15}\text{N}$  et du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  des os de 43 individus mis au jour dans le cimetière paroissial de Notre-Dame (Montréal, 1691-1796) suggère une alimentation majoritairement de type  $\text{C}_3$  (par exemple, pain, viande, volaille, laitage, légumes et fruits) avec un apport marginal en ressources  $\text{C}_4$  (soit maïs, sucre de canne, rhum ou millet) (Vigeant et al., 2017). La consommation de poissons n'a pu être détectée au sein de l'échantillon. Seul un homme mature présentait des indications liées à la consommation de ce type de ressources (selon le modèle linéaire de Kellner & Schoeninger 2007).

En 1763, à la suite de la cession du Canada à la Grande-Bretagne, près de 500 marchands et militaires britanniques s'installent dans la province du Québec (Dickinson & Young, 2003, p. 112). Par la suite, les premiers contingents de Britanniques proviendront du million et demi d'anglophones qui vivent dans les régions limitrophes, soit la Nouvelle-Angleterre, l'Acadie, et Terre-Neuve (Henripin & Martin, 1991, p. 171). La première vague d'immigration à grande échelle en provenance des îles Britanniques survient après 1815, lorsque à la fin des guerres napoléoniennes, les transformations agricoles et industrielles produisent chômage et mécontentement, alors qu'au même moment l'Amérique du Nord offre du travail aux immigrants (Cowan, 1975, p. 3). Une nouvelle réglementation et le coût réduit du voyage permettent maintenant aux familles de la classe ouvrière de s'offrir le passage (Sévigny, 1995, p. 31). De plus, des campagnes de migration sont organisées par le gouvernement britannique, pour encourager les anciens militaires et les travailleurs sans emplois à s'installer au Canada, et ce, dans le but de peupler les régions frontalières vulnérables à une invasion américaine (Cowan, 1975, p. 5).

Le développement du faubourg Saint-Louis, lieu du cimetière anglican Saint-Matthew, s'accélère à partir de 1815 à la faveur, entre autres, de l'immigration irlandaise. Dès 1819, on compte un millier d'irlandais à Québec et en 1830, ils sont 7000, formant approximativement 20% de la population de la ville de Québec, et plusieurs s'établissent dans le faubourg (Dufour, 1995 cité dans Cloutier, 2000). Une nouvelle vague de population vient s'établir dans le faubourg après les épidémies de choléra de 1832 et 1834. Plusieurs sont des marchands et des membres de professions libérales (Dufour, 1995 cité dans Cloutier, 2000).

Au XIXe siècle, le port de Québec est en plein essor. De 1829 à 1865, selon les rapports des agents de migration, 1 084 765 individus en provenance de îles Britanniques passent par la ville (J. Hare et al., 1987, p. 195-196). De 1815 à 1821, ce sont environ 19 000 émigrants embarqués dans les ports douaniers de l'Écosse qui arrivent. Vers 1819, les Anglais constituent environ la moitié des émigrants en provenance des îles Britanniques. La migration connaît des sommets durant l'épidémie de choléra de 1832, puis à la suite de la famine irlandaise en 1847 (Cowan, 1975, p. 7-10). À ce sujet, le premier cimetière protestant de la ville de Québec (1771-1860) a fait l'objet d'une étude visant à déterminer la provenance de 34 individus en combinant l'analyse de l'isotope radiogénique du strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) et de l'isotope stable de l'oxygène ( $\delta^{18}\text{O}$ ) de l'émail dentaire (Caron, 2013). Au total, de 15 à 32 % des individus (ou 5 à 11) seraient natifs de la ville de Québec, 53 % d'entre eux (ou 18) auraient migré d'Europe (dont huit seraient possiblement originaires de l'Écosse), un individu serait possiblement natif des États-Unis. La provenance des quatre autres individus n'a pu être déterminée, puisque leurs teneurs isotopiques ne correspondaient à aucune région de comparaison. Toupin (2015) a réexaminé ces résultats en ajoutant le  $\delta^{18}\text{O}$  provenant de six enfants de la collection ostéologique du cimetière de Saint-Matthew. Ainsi, il évalue que la composition isotopique de l'eau bue à la ville de Québec à l'époque se situe entre 21,5 et 23,5 ‰, ce qui est légèrement plus appauvri en  $^{18}\text{O}$  que ce qui a été estimé pour Montréal. Selon ces valeurs, de 10 à 25 % des individus (soit de 4 à 10) seraient possiblement nés sur le territoire québécois, alors que la majorité, soit 75 % (ou 30 individus), seraient des migrants, probablement originaires des îles Britanniques ou des États-Unis. Tous ces résultats de la bioarchéologie isotopique ont souligné à nouveau la concordance avec les sources

historiques au sujet de la présence croissante de migrants protestants de première génération aux XVIIIe et XIXe siècles.

À partir du XVIIIe siècle, les systèmes commerciaux mis en place permettent un accès à une plus grande variété d'aliments, tels que le thé, le rhum, la canne à sucre et d'autres produits importés qui sont alors consommés abondamment par les Britanniques (Audet, 2001; Desloges & Courval, 2009; Dickinson & Young, 2003; Paquet & Wallot, 2007). De plus, les Anglais sont très attachés à la consommation de viandes, en particulier le bœuf (Bernard, 2012). En fait, c'est par la qualité de la viande qu'ils jugeaient l'intérêt gastronomique d'un pays (Flandrin & Montanari, 1996, p. 676). Ce goût des Britanniques pour la viande, les sauces et le sucré, semble se refléter à travers les résultats des analyses isotopiques effectuées sur la collection du cimetière protestant Saint-Matthew. En effet, les individus semblent avoir conservé les pratiques alimentaires Européennes, intégrant des ressources riches en protéines et en quantité non négligeable (Morland, 2009; Toupin, 2015). De plus, une légère augmentation de la consommation de ressources C<sub>4</sub>, comme le maïs et la canne à sucre (rhum) à l'âge adulte a été observée chez les adultes et les hommes, amenant Toupin (2015) à conclure que cela pourrait indiquer un meilleur accès aux produits importés plus dispendieux.

#### **1.4.3. La migration forcée : la présence d'esclaves dans le contexte colonial laurentien**

Au Québec ancien, pour la période de 1629 à 1834, Trudel et d'Allaire (2004) ont répertorié 4185 esclaves, bien que leur nombre réel soit certainement plus grand. Pour ce faire, ils ont consulté toute source susceptible de faire mention d'esclaves : les registres d'état civil principalement, mais aussi les rôles de recensement, les greffes de notaires, les actes de ventes et d'affranchissement des esclaves et les testaments et inventaires après décès, entre autres (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 69-70). Ainsi, pour la période de la Nouvelle-France, de 1632 -date où le premier esclave est recensé- jusqu'en 1759, 1507 individus ont été retracés (Dupuis, 2021, Tableau 3.1, p. 45). Ce nombre diminue durant la période du Régime britannique, soit de 1760 à 1834, où ce sont 1268 individus mis en esclavage qui ont été compilés (Dupuis, 2021, Tableau 3.1, p. 45).

Au total, ce sont 2683 Autochtones et 1443 individus Africains ou de descendance Africaine mis en esclavage qui ont été répertoriés. Durant la période de la Nouvelle-France, il était moins coûteux pour les Canadiens français de se procurer un esclave, de le nourrir et le loger que de payer un travailleur libre (Dupuis, 2021, p. 8). De plus, puisque les esclaves autochtones coûtaient moins cher que les esclaves noirs, et qu'ils étaient facilement vendus sur le territoire, il y avait deux fois plus d'esclaves autochtones que d'esclaves de descendance Africaine à cette période (Dupuis, 2021, p. 8). Les esclaves autochtones proviennent de nations ennemies situées dans des régions éloignées. Par exemple, pour la région du Mississippi d'où proviennent plus de 66% des Autochtones mis en esclavage au Québec (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 84), il y a des Panis qui provenaient de la partie supérieure des rivières Missouri et Kansas, ainsi que leurs voisins, des Aïouois et des Missouris, entre autres. Des esclaves Sioux étaient ramenés des territoires situés par-delà le lac Supérieur. De la région des Grands Lacs étaient pris, entre autres des esclaves Sautaux (originaires de Sault-Sainte-Marie) et des Renards (de la région entre le lac Michigan et le Mississippi). Finalement, des esclaves sont pris dans les régions nordiques, ils sont référés comme étant des Montagnais bien que le fait qu'ils soient des alliés des Français suppose qu'ils n'étaient mis en servitude. Finalement, des esclaves inuits ont aussi été répertoriés (Trudel & d'Allaire 2004, p. 77-84). Durant la période du Régime Britannique, l'esclave est caractérisé par un plus grand effectif d'esclaves de descendance africaine (Dupuis, 2021, p. 47). Ces derniers sont amenés des colonies anglaises, de la Louisiane, des Antilles et quelquefois directement d'Afrique (Trudel & d'Allaire 2004, p. 87-89). Chez les esclaves Autochtones, les femmes sont plus représentées que les hommes (1543 ou 57,5%), contrairement aux esclaves de descendance africaine qui sont majoritairement des hommes (835 ou 57,9%) (Trudel & d'Allaire 2004, p. 98). Par ailleurs, l'âge-au-décès médian des esclaves autochtones est plus bas que celui des esclaves de descendance africaine (17 ans versus 40 ans respectivement et les hommes autochtones sont les plus à risque de mourir jeunes) (Dupuis, 2021).

Au Québec ancien, les esclaves se retrouvent principalement dans les villes. Montréal concentre la population esclave avec 1525 individus qui y est répertoriés, ce sont majoritairement des femmes autochtones (Dupuis, 2021, figure 3.1, p. 48). La ville de Québec suit avec 1063 individus, en majorité des hommes de descendance africaine possiblement arrivés avec la migration

Loyaliste (Dupuis, 2021, p. 47). Finalement, 115 esclaves, de descendance non précisée, sont recensés à Trois-Rivières (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 98).

Selon le *Code noir*, édit publié en mars 1685 par Louis XIV, tous les esclaves sont baptisés, instruits dans la religion catholique et inhumés en terre sainte (Trudel & d'Allaire 2004, p. 144). D'ailleurs, le recensement du registre de décès de la paroisse Notre-Dame, à Montréal, pour l'année 1700, effectué par Balac (2009, p. 42), suggère que 17 % des décès répertoriés étaient ceux des esclaves autochtones. À ce sujet, deux individus PIMA en raison de leur morphologie dentaire (12DD-S5 et 11G-S1, B.-Hardy, 2015) (revoir tableau 3, page 49) auraient possiblement été réduits en esclavage durant leur vie (Vigeant et al., 2022). Les auteurs ont basé leur hypothèse sur plusieurs conditions caractérisant ces individus : i) leur alimentation appauvrie en  $^{13}\text{C}$  différait de la moyenne du groupe; ii) ils seraient originaires d'une région de l'Amérique du Nord située au sud de Montréal, soit possiblement de la vallée du Mississippi et iii) ils sont décédés avant d'avoir atteint la maturité osseuse (sous l'âge de 25 ans).

Par ailleurs, l'hypothèse d'une mise en esclavage a aussi été soulevée pour le jeune homme (12A-S9) provenant du vieux cimetière de Trois-Rivières. Son  $\delta^{13}\text{C}$  de l'émail dentaire, très  $\text{C}_4$  (-6.2 ‰), indique la consommation d'un régime de type autochtone à l'enfance. Toutefois, son alimentation moyenne des dix dernières années de vie telle que déterminée par le  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux (-13.1 ‰) suggère, au contraire, une alimentation européenne (Vigeant dans Ethnoscop, 2015, volume 2). Considérant son jeune âge-au-décès (16 ans), cela suggère un changement drastique de régime alimentaire possiblement subséquent à la mise en esclavage à un très jeune âge, ce qui était fréquemment le cas des esclaves autochtones (Trudel & D'Allaire 2004, p. 27).



## 1.5. Questions de recherche et objectifs

---

Cette thèse par articles synthétise et accroît le corpus de données (faisant passer l'échantillon de 168 à 317 individus) concernant les teneurs isotopiques obtenues sur quatre populations de la vallée du Saint-Laurent, datant du XVIIe au XIXe siècle. Ces populations sont celles du Vieux cimetière de Trois-Rivières (utilisée de 1650 à 1865), du cimetière de la première église paroissiale de Montréal (Notre-Dame, ouvert de 1691 à 1796), du cimetière paroissial de Sainte-Marie-de-Beauce (en opération de 1748 à 1878) et du cimetière protestant Saint-Matthew à Québec, utilisé de 1771 à 1860. La thèse considère l'adaptation alimentaire dans le contexte de l'établissement permanent des populations européennes au Québec ancien. L'étude met en lumière la diversité des expériences vécues par les différents groupes « d'identité culturelle » ayant habité la région, dont les processus migratoires des Européens et le déplacement des peuples autochtones, ainsi que des individus possiblement mis en esclavage. L'approche de la bioarchéologie isotopique permet d'explorer le régime alimentaire à l'enfance et les changements ultérieurs en lien avec un nouvel environnement physique et social, notamment dans le cas des immigrants.

L'étude de la migration et de l'alimentation au Québec ancien est facilitée par l'abondance de documents datant de cette période, mais une analyse fine mettant en lumière l'expérience vécue par les Canadiens nés localement versus celle des immigrants européens ne ressort pas des seules archives. À ce sujet, la bioarchéologie isotopique peut explorer tout cela, car l'outil analytique permet de mettre en lumière les différences subtiles entre les immigrants européens de première et seconde (ou plus) génération et d'explorer leurs comportements liés à ce nouvel environnement naturel et social. La diversité des sites et des périodes étudiés permet en effet de comparer, par exemple, la zone urbaine avec la zone rurale, et les individus de confession catholique avec les protestants. De plus, l'approche permet d'aborder l'expérience vécue par les Autochtones en contexte urbain, dont les répercussions sur leur mode de vie, à la suite du contact avec les immigrants Européens. En effet, par exemples, les changements sur le plan de l'alimentation et la mise en esclavage, sont des sujets largement négligés dans les sources historiques.

En résumé, cette thèse s'intéresse à l'adaptation alimentaire de groupes, autochtones et européens, qui ont traversé une période de transformation de leur environnement (naturel et social) à la suite de la colonisation de la vallée laurentienne. Cette adaptation est abordée à l'aide des méthodes de la bioarchéologie isotopique, qui mettent en évidence la variation spatio-temporelle et culturelle (alimentation et mobilité) des individus, des groupes d'individus (femmes, hommes, enfants, jeunes adultes, adultes matures) et des populations en milieux divers (rural versus urbain, cimetière catholique versus protestant).

La thèse s'articule autour de trois problématiques, rédigées sous la forme d'articles publiés, soumis ou à soumettre, qui s'enchaînent et se complètent pour aborder la notion centrale de ce projet de recherche, soit l'adaptation alimentaire.

EN PRÉLIMINAIRE AVANT DE S'ENGAGER DANS UNE MÉTA-ANALYSE :

1. Quels sont les effets de la variation de la concentration en acide chlorhydrique (HCl) utilisée pour déminéraliser les tissus osseux humains (côtes) sur la composition isotopique en azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ), dans le cadre d'études paléo-alimentaires ?

Le premier article (publié), présenté au chapitre 2, se penche sur des défis méthodologiques du protocole d'extraction de la composition isotopique d'origine. Afin de procéder à une méta-analyse combinant plusieurs centaines de données produites par différents chercheurs, il convient préalablement de vérifier la comparabilité de ces données sur les échantillons de populations. Dans le cas des teneurs isotopiques en azote obtenues sur la collection ostéologique du cimetière de Sainte-Marie en Beauce, les données produites sont statistiquement différentes (Mann-Whitney,  $U : 3,5$ ,  $Z : -4,163$ ,  $p < 0.001$ , revoir figure 6, page 42). Les différences dans le protocole employé sont ainsi comparées afin d'évaluer leurs effets sur la teneur isotopique mesurée.

LA MÉTA-ANALYSE :

2. Comment le peuplement des colonies de la vallée du Saint-Laurent a-t-il varié au cours du XVIIe au XIXe siècle ? Y a-t-il une différence dans l'origine et/ou l'alimentation durant

l'enfance entre les différents sites ? Est-ce que la présence autochtone varie dans le temps ? Enfin, peut-on identifier la présence de personnes mises en esclavage au sein des cimetières coloniaux ?

Le deuxième article (soumis), au chapitre 3, vise à mieux comprendre la composition des populations du Québec ancien. Le lieu de résidence et l'alimentation à l'enfance des individus des quatre cimetières sont étudiés par l'analyse de la teneur isotopique en oxygène et en carbone du carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ) de l'émail dentaire. Les données sont comparées à celles produites sur des groupes nord-américains (Autochtones, Canadiens, Louisianais, Américains et individus de descendance Africaine) et européens (Français et Britanniques) tirés de la littérature, afin de tenter d'identifier des individus reflétant une de ces « identités culturelles » présentes dans la vallée laurentienne, durant la période à l'étude. Des sources d'information complémentaires, soit les données obtenues de l'archéologie funéraire (Arkéos, 2008; Cloutier, 2000; Ethnoscop, 2010, 2010, 2015; Simoneau, 2003), de la morphologie dentaire (B.-Hardy 2015; B.-Hardy et al. accepté en 2017) et de l'ADN ancien (Harding et al., 2020) complètent les hypothèses « d'identité culturelle » proposées.

3. Y-a-t-il une ou plusieurs adaptations alimentaires selon le site, le type de milieu (rural versus urbain) ou la confession religieuse (catholique versus protestant) ? Au sein de chaque site, est-ce que l'alimentation diffère entre les individus selon l'âge, le sexe et « l'identité culturelle » ? Existe-t-il une alimentation typiquement laurentienne à l'époque coloniale ?

Cette question, objet du troisième article, au chapitre 4, aborde le thème central de cette thèse soit l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent, du XVIIe au XIXe siècle, à la suite de la colonisation européenne et des interactions avec, entre autres, les peuples autochtones. L'ensemble des données isotopiques obtenues du collagène et du carbonate des os ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ ) seront combinées pour obtenir un portrait plus complet et nuancé de l'alimentation sur près de trois siècles au Québec ancien.

## **Chapitre 2.** Effet de la variation de la concentration en acide chlorhydrique sur le $\delta^{15}\text{N}$ mesuré de côtes humaines lors d'analyses isotopiques de l'alimentation

---

L'idée de cette étude découle de la constatation que les teneurs isotopiques en azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) extraites du collagène osseux de 20 individus de la collection ostéologique de Sainte-Marie de Beauce, sont statistiquement différentes des  $\delta^{15}\text{N}$  mesurés par Toupin (2015) sur huit individus de la même collection (U de Mann-Whitney,  $U : 3,5$ ,  $Z : -4,1663$ ,  $p < 0.001$ ) (figure 6, page 42).

La seule différence méthodologique du protocole d'extraction du  $\delta^{15}\text{N}$  employé pour cette étude et par Toupin (2015) réside dans la concentration en acide chlorhydrique (HCl) utilisée soit, respectivement, 1 % et 5 %. Donc, l'effet de l'emploi d'un traitement avec cet agent acidifiant sur le  $\delta^{15}\text{N}$  mesuré est testé. Pour ce faire, 15 échantillons provenant d'une côte humaine de la collection ostéologique de Sainte-Marie de Beauce sont analysés : trois ne sont pas traités avec un agent acidifiant et 12 sont sujets à un traitement acidifiant utilisant des concentrations variables en HCl, soit 1 %, 2 % et 5 % (quatre échantillons par concentration). De plus, la reproductibilité des mesures au spectromètre de masse est testée, en analysant les échantillons deux ou trois fois chacun, soit le Jour-1, la semaine suivante et six mois plus tard.

## 2.1. Impact of varying HCl Concentrations on the $\delta^{15}\text{N}$ Values of Human Rib Bones Used for Dietary Reconstruction (publié)

---

*Journal of Archaeological Sciences: Reports*

Vigeant, Jacinthe<sup>1\*</sup> Gutierrez, Eléa<sup>1,2</sup> and Jean-François Hélie<sup>3,4</sup>,

<sup>1</sup>Département d'anthropologie, Université de Montréal, C.P. 6128 Succursale Centre-ville, Montréal, Québec, Canada H3C 3J7

<sup>2</sup>Department of Archaeology, University of Aberdeen, St. Mary's Building, Elphinstone Road, Aberdeen AB24 3UF, United Kingdom

<sup>3</sup>Geotop, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada.

<sup>4</sup>Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada.

## 2.2. Highlights

- Powdered samples (0-1 mm grain size) have to be treated previous to analysis due to excess soil contamination in trabecular bone;
- Increases in  $\delta^{15}\text{N}$  in correlation with HCl concentration is likely the result of protein hydrolysis from 2 to 5 % HCl solutions;
- Untreated > 1 mm and samples treated with 1 % HCl give the best % N, C:N and  $\delta^{15}\text{N}$  values;
- Analytical sequences of the same sample producing different  $\delta^{15}\text{N}$  values, while control standards remain similar, are unexplained.

### 2.3. Abstract

While the effect of HCl on bone collagen extraction and IRMS measurements have been addressed previously, the effects of the variation of HCl concentration on the measurement of  $\delta^{15}\text{N}$  analysis have never been reported. To this effect, “chunks” of four right rib shafts from one individual of the skeletal collection of Sainte-Marie-de-Beauce Cemetery (Canada, 1748-1878) were separated in 15 subsamples: three unacidified aliquots of different grain sizes (0-0.125 mm, 0.125 to 1 mm and > 1 mm) and four aliquots that underwent three different HCl treatments (1 %, 2 % or 5 %). Each aliquot was analyzed in duplicate or triplicate for  $\delta^{15}\text{N}$ . The unacidified samples show the largest  $\delta^{15}\text{N}$  variation (7.5 to 9.2 ‰) and the mean  $\delta^{15}\text{N}$  increase with HCl acid concentration, from 9.0 ‰ vs. AIR (1 %) to 9.4 ‰ (5 %). Also, we observe variations in  $\delta^{15}\text{N}$  from one analytical sequence to another while controls remain invariant. Therefore, we conclude that powdered samples (0-1 mm grain size) must be thoroughly washed prior to analysis to remove soil contamination in trabecular bone, and that increases in  $\delta^{15}\text{N}$  in correlation with HCl concentration is likely the result of protein hydrolysis extent from 2 to 5 % HCl solutions. Thus, unacidified > 1 mm and samples acidified with 1 % HCl provide the most reliable % N, C: N and  $\delta^{15}\text{N}$  values. The analytical sequences of the same sample producing different  $\delta^{15}\text{N}$  values, while control standards are invariant, remain unexplained. Replication of this study on cortical bones, while monitoring the impact on amino acids, would help to better understand acid pre-treatment effects on  $\delta^{15}\text{N}$  analysis for diet reconstruction.

**2.4. Keywords:** collagen extraction method, stable isotopes, nitrogen, hydrochloric acid

## 2.5. Introduction

Stable isotope geochemistry has proven to be a powerful tool in paleodiet reconstructions (since pioneer work by Vogel and van der Merwe 1977). Part of this method is based on the analysis of bone collagen. To access this collagen, one needs to remove the inorganic portion of bones by acidification (Berger et al., 1964; Bocherens et al., 1991; Brown et al., 1988; Longin, 1971; Sealy et al., 1986). Most studies based on bone “chunk” samples use a modified method of Sealy (1986) with the main difference being the concentration of the hydrochloric acid (HCl) used (from 1 % to 5 %). Nitrogen isotopic measurements should not require removal of the inorganic part of the bone. However, since collagen carbon measurement require the removal of inorganic carbon, it is more economical and less time consuming to measure both carbon and nitrogen isotopes on the same aliquot within the same analysis, and most studies use bone collagen. Because very few studies process samples in multiple replicates and even less studies vary the acid concentration during inorganic matter removal on the same sample, the impact of various acid concentration on the nitrogen isotopic composition ( $\delta^{15}\text{N}$ ) has never been, to our knowledge, explored.

Sealy (1986) proposes the use of HCl concentrations between 1 % and 5 %. These acid concentrations are now the most employed for bone “chunks” demineralization for isotope analysis in diet reconstruction (e.g., Cox & Sealy, 1997; Harrison & Katzenberg, 2003; Lee-Thorp et al., 1993; Privat et al., 2002; Richards & Hedges, 1999). A review of collagen extraction methods used in diet reconstruction studies shows that in most protocols powdered samples are used. These methods use various HCl concentrations (0.5 to 1 mole [M] HCl or 4.15 and 8.3 %) for various periods of time (from 20 minutes to up to weeks) (as in Bocherens et al., 1991; Brown et al., 1988; Longin, 1971). To explore whether using chunks or powdered bones is best, Tsutaya and colleagues (2017) compared both methods on well and poorly preserved bone. They note higher weight percent of carbon and nitrogen (% C and % N) for the “chunk” method and higher  $\delta^{15}\text{N}$  in poorly preserved powdered bone, which they link to the hydrolysis of collagen. Furthermore, as pointed out by Tuross (2012, p. 839): “The use of whole bone (as opposed to powdered) [...] offers the advantage that, after decalcification, any non-pseudomorph insoluble material will be discarded”. Nevertheless, Sealy and colleagues (2014) compared their “old” method used at the

University of Cape Town (UCT) for extracting bone collagen to a “newer” protocol, as practiced at the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology in Leipzig. The first step in both methods involves demineralizing bone in hydrochloric acid. Bone fragments (or “chunk” from whole bone) are soaked in 0.2 M HCl for up to ten days in the UCT method, while the Max Planck protocol soaked powdered bones in a 1 M acid solution for 48 hours, then in a 0.5 M solution until demineralization (up to 20 days). Subsequently, the UCT “pseudomorphs” are soaked in dilute (0.1 M) sodium hydroxide (NaOH) for 24 hours to remove organic contaminants. The Max Planck decalcified bones are gelatinized then ultra-filtered to select the protein fragments with higher molecular weight for isotope ratio mass spectrometry (IRMS) analysis. When relatively well-preserved bones were analyzed, carbon isotopic composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ) differences between laboratories varied from -1.8 to +1.1 ‰ and  $\delta^{15}\text{N}$  differences varied from -1.7 to +1.3 ‰. Yet, the difference in carbon isotopic composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ) was below 1 ‰: 94 % of the time, and 88 % for nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ). This indicates that the earliest method that is simpler and less time consuming for extracting bone collagen is effective (Berger et al., 1964, p. 1000; Sealy et al., 2014, p. 64; Tsutaya et al., 2017, p. 101).

Concerning the HCl concentration, in 2010, Pestle observed no difference in % C, % N, atomic ratio of carbon to nitrogen (C: N),  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values obtained from four protocols with varying HCl concentration and duration ( $n = 2$ ): 0.2 M for 24 hours, 0.1 M for 48 and 72 hours, and 0.05 M for 120 hours, concluding that stronger HCl concentrations should be used to reduce acidification time and increase productivity. Yet, stronger acids than 1 M should not be used as demonstrated by Beaumont and colleagues (2010, Figure 1).

The complete Sealy and colleagues (1986) method recommends soaking samples in 0.125 M NaOH for 20 hours in order to remove humic acid after bone demineralization. The removal of humic acid (with NaOH or potassium hydroxide) or the absence of such a procedure have been noted by Pestle and colleagues (2014) to bear no significant difference on  $\delta^{13}\text{C}$  or  $\delta^{15}\text{N}$  values. However, they note that their conclusion might indicate an initial low humic content of the bone analyzed. In their comparative study, Sealy and colleagues (2014) used a bone very dark in color indicating the presence of humic acid. The difference in  $\delta^{15}\text{N}$  value obtained from both extraction



methods (described earlier) is 0.7 ‰. Humic acid is considered to contain very little nitrogen (3 to 5 %, Steelink 1963, Table 1).

In 2014, Pestle and colleagues tested the inter-laboratory variability in stable isotope analysis of collagen between twenty American and European laboratories. For the ninety-six  $\delta^{15}\text{N}$  obtained from a single unprovenanced ancient human femur diaphysis, values varied from 8.0 to 9.9 ‰ (mean 9.0 ‰). After reanalyzing 52 of the treated samples (including some samples previously considered as “outliers”), the  $\delta^{15}\text{N}$  variation was reduced to between 8.6 and 9.6 ‰ (mean 9.1 ‰). This led the authors to stipulate:

“This strongly suggests that although collagen pretreatment methods are responsible for some of the observed isotopic differences among laboratories, difference in instrumentation or data calibration also drive a large amount of the observed variation in isotope values among laboratories: 69 % [...] for  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and 48 % (0.9 ‰ of the initially observed 1.9 ‰ range) for  $\delta^{15}\text{N}_{\text{coll}}$ .” (Pestle et al., 2014, p. 9-11).

Overall, Pestle and colleagues (2014) conclude that the results obtained from a laboratory can be (cautiously) used to be compared with results obtained with another collagen extraction method, from another laboratory. Differences exceeding 0.9 ‰ for  $\delta^{15}\text{N}$  would “have a high likelihood of being of biological origin” (2014, p. 13).

Although previous studies have shown little variation between collagen extraction methods, no research in paleodietary studies has been carried out on the variation of  $\delta^{15}\text{N}$  in relation to HCl concentration. Hence, in the present study, we test various HCl concentrations and multiple replicates of IRMS analysis to determine their effect on  $\delta^{15}\text{N}$  obtained from the same human rib bone.

## 2.6. Material

Four well-preserved right rib (between the 3<sup>rd</sup> and 10<sup>th</sup>) shaft fragments from individual 2E9 of the Sainte-Marie-de-Beauce cemetery skeletal collection (dating between 1748 and 1878) constitute the sample for this  $\delta^{15}\text{N}$  comparison between acid-treated and unacidified bone. This sample originates from an anonymous burial (mature adult female skeleton) excavated in 2005 (Ethnoscop, 2006). It was analyzed previously for stable isotopes (Toupin, 2015) and the collagen yield was: 21.9 %, the % C: 47.21, the % N: 16.55 and a molar C: N of 3.2 suggested a good preservation of the collagen (Ambrose, 1990; DeNiro, 1985; van Klinken, 1999).

## 2.7. Method

The rib bone sample was prepared and analyzed at the Stable Isotopes Laboratory of the Geotop research center (Université du Québec à Montréal). As a first step, to remove soil contamination, the rib fragments were cleaned manually with a brush and then immersed in an ultrasonic bath until water remained clear. Once dry, the fragments were separated in two aliquots for  $\delta^{15}\text{N}$  analyses. One was kept unacidified and the other was set aside for the different acid treatments.

Although it is not a usual practice in dietary reconstruction studies, unacidified bones were included in the experiment since there is a debate in environmental studies on whether measurements of % N and  $\delta^{15}\text{N}$  should be made on treated or unacidified material (e.g., Brodie, Casford, et al., 2011; Brodie, Heaton, et al., 2011; Carabel et al., 2006; Cersoy et al., 2017; Schlacher & Connolly, 2014). Here, we postulate that since bone is naturally exempt of inorganic nitrogen, acid treatment is unnecessary for  $\delta^{15}\text{N}$  analysis.

Therefore, after cleaning the samples as thoroughly as possible, the unacidified fragments were ground using an agate pestle and mortar – a coffee grinder was used to obtain a finer powder – and mixed for homogeneity. Then, they were sieved to obtain samples of 0 to 0.125 mm, 0.125 to 1 mm and > 1 mm grain sizes.

The acid treated samples (mixed rib “chunks”) were soaked with either a 1 %, 2 % or 5 % HCl

solution (v/v), at room temperature. Four aliquots were made for each HCl concentration: A, B, C and D for a total of twelve sub-samples. The 50 ml acid solution was renewed every two days until the absence of production of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and the observation of a gelatinous aspect of the bone indicating the mineral fraction was dissolved (9 to 14 days). The residue was rinsed three times with deionized water and freeze-dried for 48 hours.

Carbon and nitrogen concentrations of every aliquot were measured using a Carlo Erba NC 2500 elemental analyzer (EA) to determine the % C, the % N and calculate an atomic C: N. Aliquots were analyzed by IRMS in three replicates at four different time points: Day 1, a week later, six months later, and eighteen months later using different batches of consumables (reaction and reducing columns in the EA, helium, oxygen, etc.) for a total of six to nine analyses per aliquot. For each sample, between 1.0 and 1.2 mg of material were weighed in tin cups and analyzed using an Isoprime 100<sup>TM</sup> isotope ratio mass spectrometer coupled to an Elementar Vario MicroCube<sup>TM</sup> elemental analyzer in continuous flow mode. Raw data were normalized using two in-house reference materials ( $\delta^{15}\text{N}$  values of -0.10 ‰ and +14.95 ‰ that were normalized using IAEA-N1, N-2 & N-3) and a third in-house material was used as a control (either -0.1 or +6.41 ‰). The isotopic values are expressed in the  $\delta$  unit and reported in ‰ vs. AIR, as described in Brand and colleagues (2014). The reported analytical uncertainty for  $\delta^{15}\text{N}$  is  $\pm 0.2$  ‰ (1  $\sigma$ ).

### **2.7.1. Statistical analysis**

To explore the variation between the aliquots of the unacidified and treated samples, univariate statistics were performed using SPSS version 25. Depending on the normality of the variables (determined by a Shapiro-Wilks test), Student t-test or Mann-Whitney U-test was applied for mean comparison.

## 2.8. Results

The forty-five ( $n = 45$ ) % N, % C and C: N measured from the unacidified (0 to 0.125 mm, 0.125 to 1 mm and > 1 mm) and acid treated (with 1 %, 2 % or 5 % HCl) rib samples are reported in detail in Appendix 3 (page 187). The one hundred seventeen ( $n = 117$ )  $\delta^{15}\text{N}$  values are reported in detail in Table 5 (page 86).

### 2.8.1. Conservation of the isotopic composition for unacidified and acidified samples

The measured nitrogen content varies between unacidified samples ( $4.1 \pm 0.3$  %). Samples treated with “weak” HCl solution (1 % and 2 %) show similar % N with  $6.9 \pm 1.3$  and  $7.1 \pm 1.2$  respectively), while the % N of the samples treated with the “stronger” HCl concentration (5 %) is  $15.9 \pm 0.5$  %. The unacidified archaeological rib samples have % N within the expected range for modern whole bone (3.5 to 4.5 %, Stafford et al., 1988, Table 1) indicating an excellent preservation of the collagen. Ambrose (1990, Table 3) measured % N of 8.1 to 16.6 % (by weight) in modern mammalian bones ( $n = 79$ ) demineralized with 1 M HCl (for 15 or 20 minutes).

The C: N varies from 3.7 to 2.8 with unacidified samples showing the highest ratios and 5 % HCl treated samples presenting the lowest ones. These values are within the range observed by DeNiro (1985, 2.9 to 3.6,  $n = 172$ ), but only the > 1 mm unacidified samples and the 1 % and the 2 % acidified samples C: N fall between the revised ratios measured by van Klinken (1999, 3.1 to 3.5,  $n = 2146$ ).

Hence, the acceptance criteria for bone conservation is a % N of 3.5 to 16.6 % (Ambrose, 1990; Stafford et al., 1988), and an atomic C: N between 3.1 and 3.5 (van Klinken, 1999). Thus, although the 0 to 1 mm unacidified samples produce % N associated with modern whole bone, their C: N (3.6 and 3.7) are above the accepted range. The > 1 mm unacidified samples have % N and C: N within the accepted range and indicate excellent collagen preservation. Samples treated with 1 % and 2 % HCl solutions have % N between unacidified modern bones and those treated with 1 M HCl (Ambrose, 1990; Stafford et al., 1988) and C: N within the accepted values. Samples treated with 5 % HCl have the highest % N, but their C: N are below the accepted value.

### 2.8.2. Difference between sample pretreatment: unacidified vs. acidified

A summary of the results for the unacidified and acid treated samples is reported in Table 6 (page 87). Overall, the one hundred seventeen  $\delta^{15}\text{N}$  values obtained from rib shaft samples vary between 7.5 and 9.7 ‰. The lowest  $\delta^{15}\text{N}$  were obtained from the unacidified samples and the highest from the samples treated with 5 % HCl (Figure 14, page 88). Indeed, we observe that the mean  $\delta^{15}\text{N}$  value increases with an increase in HCl concentration (from unacidified to 5 %) (Table 5, page 86; Figure 14); from 8.5 ‰ for the unacidified samples to 9.0 ‰ for samples treated with 1 % HCl, 9.3 ‰ for the ones treated with a 2 % solution and 9.4 ‰ for those with 5 % HCl. In addition, each of the four treatments provided  $\delta^{15}\text{N}$  values statistically different from the others ( $p < 0.02$ ). The  $\delta^{15}\text{N}$  means using 2 % and 5 % HCl are even outside the range of the unacidified samples. Moreover, the 5 % HCl treated  $\delta^{15}\text{N}$  mean value is at the upper limit of the range for the samples treated with a weak acid solution (1 % HCl).

**Tableau 5.**  $\delta^{15}\text{N}$  ‰ vs. AIR obtained from unacidified and acidified aliquots measured at different moments. Underlined, standard deviations greater than the analytical error (0.2‰)

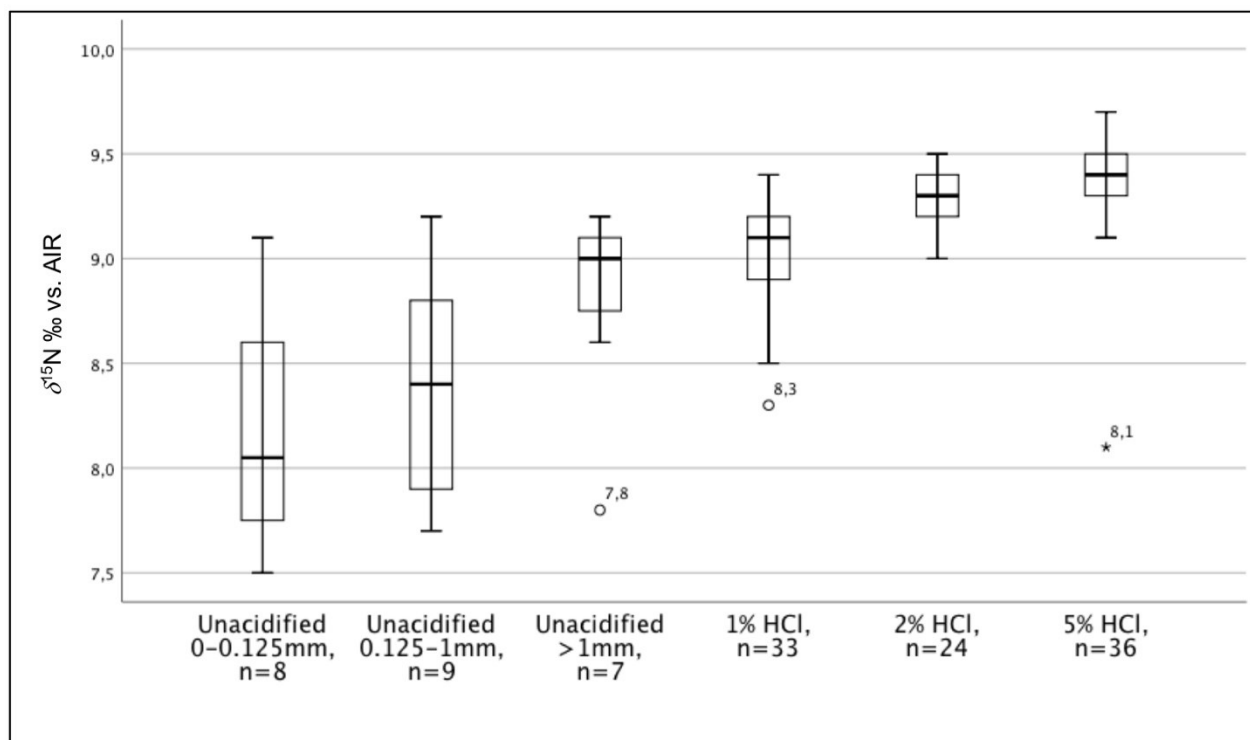
	Seq 1				Seq 2				Seq 3				Seq 4				Total				
	N	$\bar{x}$	$\sigma$	Values	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Values	N	$\bar{x}$	$\sigma$	Values	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Values	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Range	
Unacidified	0-0.125 mm	3	8.2	<u>0.3</u>	7.9; 8.2; 8.4	2	7.7	0.2	7.5; 7.8	3	8.5	<u>0.7</u>	7.7; 8.8; 9.1					8	8.2	0.6	7.5-9.1
	0.125-1 mm	3	8.4	0.0	8.3; 8.4; 8.4	3	7.8	0.1	7.7; 7.9; 7.9	3	9.0	0.2	8.8; 9.1; 9.2					9	8.4	0.5	7.7-9.2
	>1 mm									3	9.1	0.1	9.0; 9.1; 9.2	4	8.6	<u>0.6</u>	<u>7.8</u> ; 8.6; 8.9; 9.1	7	8.8	<u>0.5</u>	7.8; 9.2
	Total	6	8.4	0.2	7.9; 8.4	5	7.8	0.2	7.5; 7.9	9	8.9	<u>0.5</u>	7.7; 9.1	4	8.6	<u>0.6</u>	7.8; 9.1	24	8.5	0.6	7.5; 9.2
1% HCl	A	3	9.1	0.1	9.0; 9.1; 9.3	3	8.9	0.1	8.9; 8.9; 9.1	3	9.1	0.1	9.0; 9.1; 9.1					9	9.0	0.1	8.9-9.3
	B	3	9.2	0.1	9.1; 9.1; 9.3	3	8.5	0.2	<u>8.3</u> ; 8.6; 8.7	3	9.1	0.1	9.1; 9.1; 9.2					9	8.9	<u>0.3</u>	8.3-9.3
	C	3	9.3	0.1	9.2; 9.4; 9.4	3	9.1	<u>0.3</u>	8.8; 9.3; 9.3	3	9.2	0.1	9.1; 9.3; 9.3					9	9.2	0.2	8.8-9.4
	D	3	9.0	0.0	9.0; 9.0; 9.0	3	8.7	0.2	8.5; 8.6; 8.9									6	8.8	0.2	8.5-9.0
	Total	12	9.2	0.2	9.0; 9.4	12	8.8	<u>0.3</u>	8.3; 9.3	9	9.1	0.1	9.0; 9.3					33	9.0	0.3	8.3-9.4
2% HCl	A	3	9.3	0.1	9.2; 9.3; 9.4	3	9.2	0.2	9.0; 9.2; 9.3									6	9.2	0.1	9.0-9.4
	B	3	9.4	0.1	9.3; 9.4; 9.4	3	9.3	0.2	9.1; 9.3; 9.5									6	9.3	0.2	9.1-9.5
	C	3	9.3	0.1	9.2; 9.4; 9.4	3	9.2	0.1	9.1; 9.2; 9.3									6	9.3	0.1	9.1-9.4
	D	3	9.5	0.0	9.5; 9.5; 9.5	3	9.2	0.1	9.1; 9.2; 9.3									6	9.4	0.2	9.1-9.5
	Total	12	9.4	0.1	9.2; 9.5	12	9.2	0.1	9.0; 9.5									24	9.3	0.1	9.0-9.5
5% HCl	A	3	9.4	0.1	9.3; 9.4; 9.5	3	9.4	0.1	9.3; 9.4; 9.6	3	9.3	0.0	9.2; 9.3; 9.3					9	9.4	0.1	9.2-9.6
	B	3	9.4	0.0	9.4; 9.4; 9.4	3	9.4	0.2	9.1; 9.5; 9.5	3	9.3	0.1	9.2; 9.3; 9.4					9	9.4	0.1	9.1-9.5
	C	3	9.4	0.1	9.3; 9.4; 9.5	3	9.4	0.0	9.4; 9.4; 9.4	3	8.8	<u>0.7</u>	<u>8.1</u> ; 9.2; 9.3					9	9.2	<u>0.4</u>	8.1-9.5
	D	3	9.6	0.1	9.5; 9.6; 9.7	3	9.6	0.1	9.6; 9.7; 9.7	3	9.4	0.0	9.4; 9.4; 9.4					9	9.6	0.1	9.4-9.7
	Total	12	9.4	0.1	9.3; 9.7	12	9.5	0.2	9.1; 9.7	12	9.2	<u>0.4</u>	8.1; 9.4					36	9.4	0.3	8.1-9.7
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>9.2</b>	<b>0.4</b>	<b>7.9; 9.7</b>	<b>41</b>	<b>9.0</b>	<b>0.6</b>	<b>7.5; 9.5</b>	<b>30</b>	<b>9.1</b>	<b>0.4</b>	<b>7.7; 9.4</b>	<b>4</b>	<b>8.6</b>	<b>0.6</b>	<b>7.8; 9.1</b>	<b>117</b>	<b>9.1</b>	<b>0.5</b>	<b>7.5-9.7</b>	

**Tableau 6.** Summary of % N, % C, C: N and  $\delta^{15}\text{N}$  ‰ vs. AIR obtained from un/acidified samples of rib bone

<b>Unacidified</b>											
		% N		% C		C: N		$\delta^{15}\text{N}$			
Size	n	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Range
0-0.125 mm	3	3.7	0.0	11.9	0.2	3.7	0.1	8	8.2	0.6	7.5; 9.1
0.125-1 mm	3	4.1	0.1	12.7	0.4	3.6	0.1	9	8.4	0.5	7.7; 9.2
> 1 mm	3	4.5	0.1	13.2	0.2	3.4	0.0	7	8.8	0.5	7.8; 9.2
<b>Total</b>	9	4.1	0.3	12.6	0.6	3.6	0.1	24	8.5	0.6	7.5; 9.2
<b>Acidified</b>											
		% N		% C		C: N		$\delta^{15}\text{N}$			
HCl %	n	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Range
1	12	6.9	1.3	19.6	3.5	3.3	0.1	33	9.0	0.3	8.3; 9.4
2	12	7.1	1.2	19.6	3.3	3.2	0.1	24	9.3	0.1	9.0; 9.5
5	12	15.9	0.5	38.5	1.4	2.8	0.2	36	9.4	0.3	8.1; 9.7
<b>Total</b>								93	9.2	0.3	8.1; 9.7

Samples with the smallest grain size (unacidified 0-0.125 mm) should have been the most homogenized but are showing the highest heterogeneity in  $\delta^{15}\text{N}$ . Conversely, samples with the highest grain size (> 1 mm unacidified samples) should have been the less homogenized but show a low standard deviation (0.2) comparable to other sequences of acidified samples (Table 5, page 86) if we remove an outlier (7.8 ‰) (Figure 14, page 88). Furthermore, the  $\delta^{15}\text{N}$  values obtained from both finely powdered samples (0-1 mm) are significantly different from the > 1 mm samples ( $p \leq 0.03$ , t-test) which show higher  $\delta^{15}\text{N}$  values. Nevertheless, the mean and the range (9.0 ‰, 8.6 to 9.2 ‰) of the unacidified > 1 mm samples (without the outlier) are similar to the results obtained for the samples treated with a 1 % HCl solution ( $p = 0.556$ , U-test). Overall, even without removing both outliers from > 1 mm unacidified samples and 1 % HCl treated samples, more than 19 times out of 20  $\delta^{15}\text{N}$  obtained are within 8.5 and 9.4 ‰. As mentioned previously, the samples treated with 2 % HCl show  $\delta^{15}\text{N}$  slightly higher compared to unacidified samples and samples treated with 1 % HCl. The 5 % HCl concentration samples show even higher  $\delta^{15}\text{N}$ .

When considering preservation indicators (section 2.8.1) and  $\delta^{15}\text{N}$  values, the unacidified samples of less than 1 mm grain size have good % N, but their C: N are above what is accepted, and they show more heterogeneous  $\delta^{15}\text{N}$ . The > 1 mm unacidified samples and 1 % treated samples both have good % N, acceptable C: N and  $\delta^{15}\text{N}$  that are more homogeneous. The 2 % treated samples show % N and C: N similar to the 1 % HCl, but the measured  $\delta^{15}\text{N}$  are higher. The strongest HCl solution (5 %) shows acceptable % N, but the C: N are below the accepted values, and the  $\delta^{15}\text{N}$  are higher compared to any other treatment.



**Figure 14.** Boxplots showing the distribution of  $\delta^{15}\text{N}$  measured between unacidified (various grain size) and acidified (1 %, 2 % and 5 % HCl concentrations) samples ( $n = 117$ )

### 2.8.3. Intra-laboratory comparison: aliquots and sequences of IRMS analysis

Every treatment has been applied on four aliquots and every aliquot has been measured by IRMS at least at two different time points: day 1, a week later, six months later, and eighteen months later. Results are provided in Table 5, page 86.

First, we note that the  $\delta^{15}\text{N}$  obtained on a sample from the same individual in a previous study (Toupin, 2015, Table XIX: 9.2 ‰) fall within the variation of the 5 % HCl treated values of three

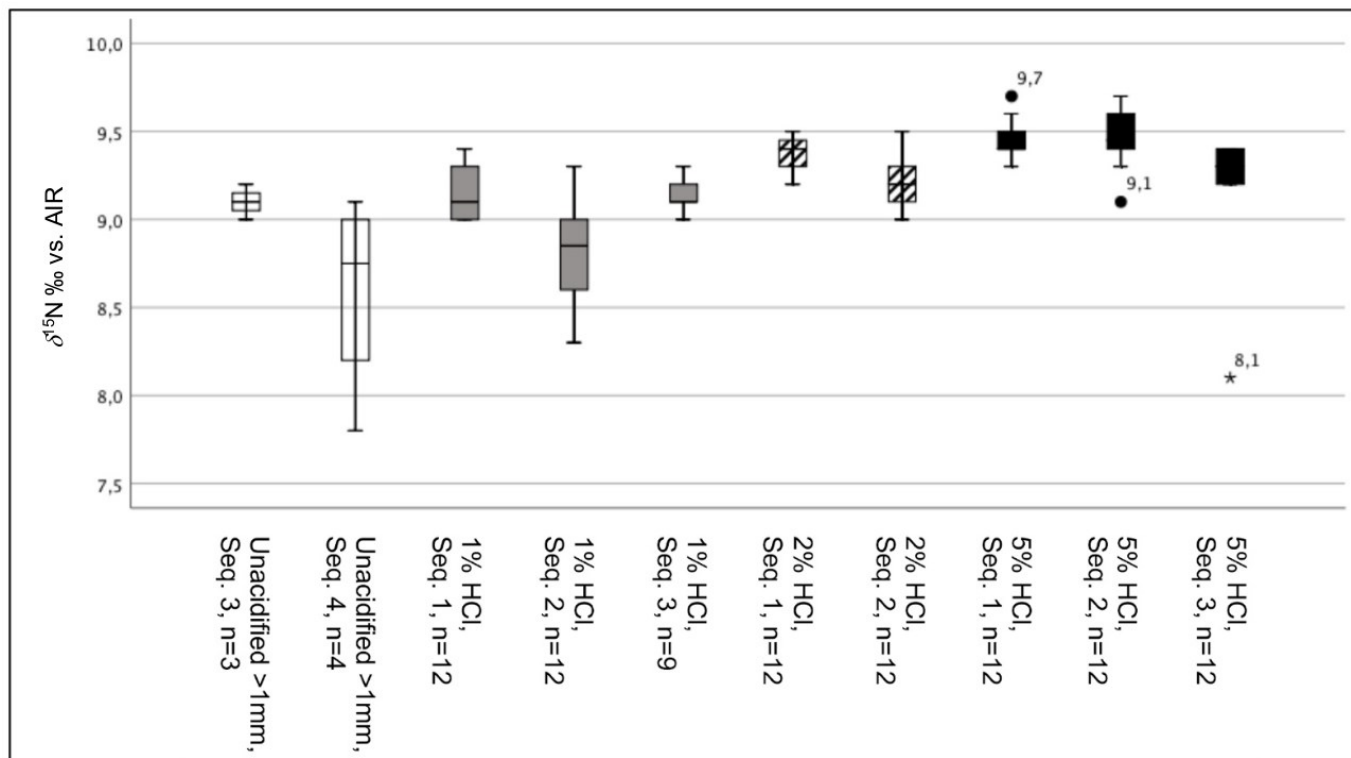


out of four aliquots (A, B, C but not D). The 5 % HCl reacted aliquots D5 and 1 % HCl treated aliquot C differ from their duplicates ( $p < 0.02$ , U-test) both showing consistently higher  $\delta^{15}\text{N}$  in every IRMS sequence.

When considering the variation by group of three analyses of aliquots out of 39 in any given analytical sequence, nearly all of them show standard deviations within the reported analytical uncertainty of  $\pm 0.2\text{‰}$  with seven groups showing no variation ( $0.0\text{‰}$ ). Three groups show either a  $0.6\text{‰}$  or  $0.7\text{‰}$  standard variation (Table 5, page 86). The presence of outliers (identified in Figure 14, page 88 and in bold in Table 5) is responsible for the large variation observed, as it would be of  $0.2\text{‰}$  for unacidified  $> 1\text{ mm}$  on sequence 4 and of  $0\text{‰}$  for the 5 % HCl treated aliquot C on sequence 3 if we remove these outliers. The same trend arises when the analyses are considered by aliquots. Of the 13 aliquots, the three showing standard deviation over  $0.2\text{‰}$  are those with an outlier  $\delta^{15}\text{N}$ , similarly, when considering the dataset by method and by analytical sequence.

However, there is an inconsistency in  $\delta^{15}\text{N}$  depending on the analytical sequence. Overall, there is a statistical difference between the thirty-six  $\delta^{15}\text{N}$  obtained from sequence 1 and the data obtained on the same 36 samples analyzed a week later (sequence 2) ( $p = 0.04$ , U-test). Even more so, when performing a pair-wise comparison of  $\delta^{15}\text{N}$  obtained by treatment and by sequence, there is a statistical difference between every replicate ( $p \leq 0.01$ , U-test) except for the 1 % HCl IRMS analysis on sequence 1 and sequence 3 as well as for the 5 % HCl analysis on sequence 1 and 2 ( $p = 0.941$  and  $0.633$ , U-test, respectively) (Figure 15, page 90).

The control internal reference material did not vary between analytical sequences. Leucine (accepted at  $-0.1$ ) was measured at  $-0.1 \pm 0.15$  on sequence 1 and  $-0.06 \pm 0.18$  on sequence 2. A new control introduced before sequence 3, casein (expected at  $6.41$ ), gave  $6.37 \pm 0.06$  and  $6.46 \pm 0.09$  on sequence 4.



**Figure 15.** Boxplots illustrating the distribution of  $\delta^{15}\text{N}$  values by HCl concentration and by sequence of IRMS analysis, ( $n = 100$ , unacidified 0-1 mm are excluded)

In summary, variations within groups of analysis, aliquots, and method by sequence are (when excluding outliers) always within the reported analytical uncertainty of  $\pm 0.2$  ‰. Nonetheless, small but significant intra-laboratory variations have been observed between analytical sequences for the samples but not for the controls.

## 2.9. Discussion

### 2.9.1. Unacidified powdered samples of 0-1 mm grain size are inadequate for IRMS analysis of rib bone samples obtained from archaeological context

From the one hundred-seventeen  $\delta^{15}\text{N}$  data available, the highest heterogeneity of values is obtained from fine unacidified samples (0-1 mm grain size). Jørkov and colleagues (2007) evaluate three different collagen extraction methods: A) the DeNiro and Epstein (1981) protocol where humic contaminants are removed with 0.2 M NaOH, B) the Richards and Hedges (1999)

modification of the Brown and colleagues (1988) procedures that add an ultra-filtration step, and C) a method similar to B but without the ultra-filtration step. The authors conclude that the variation in  $\delta^{15}\text{N}$  values between the methods is not significant ( $\leq 0.2\text{‰}$ ). However, the acid concentration did not vary from one extraction method to the other (1 M HCl). Still, they note a larger variation in  $\delta^{15}\text{N}$  in a rib between methods (Table 2, 1.3 ‰) compared to the cortical part of long bones (maximal variation 0.7 ‰). They conclude that this possibly indicates that trabecular bone is more easily contaminated than compact bone (Jørkov et al., 2007, p. 1828). Researchers have advocated the sampling of rib bone for dietary reconstruction as cancellous bone has a faster turnover rate and therefore reflects diet later in life (Cox & Sealy, 1997; Sealy et al., 1995). Rib bones are also often found in a fragmentary state during excavation and their sampling minimally affects the integrity of the human remains.

As previously mentioned, we observe a larger standard variation in unacidified samples with a majority of unacidified samples < 1mm showing much lower  $\delta^{15}\text{N}$  than the rest of the dataset (Figure 14, page 88). Finer bone fragments are more likely trabecular and fragments greater than 1 mm are probably cortical. Even though we have tried to homogenize the samples, it is likely that the  $\delta^{15}\text{N}$  difference between the different grain sizes is due to contamination as a coffee grinder had to be used to obtain this fine powder. Although careful precautions were taken, it is probable that other material may have been mixed in. This raises a question concerning the efficiency to remove soil contamination in ribs. It seems probable that soaking in an HCl solution, which involves repeated solution changes or structural changes in bones, results in better removal of nitrogen contaminants.

Overall, it seems clear from the present results that in an archaeological context (as opposed to environmental studies, controlled feeding, or modern context) if rib bones are used as material for paleodietary studies, cortical fragments should preferably be sampled for stable isotope analysis; or if powdered samples are used, they must undergo a pre-treatment in order to remove any soil contaminant especially in their trabecular structure. Conversely, stable isotope analysis of unacidified larger samples (> 1 mm) produces  $\delta^{15}\text{N}$  values similar to the ones obtained with a weak (1 % HCl) acid treatment.

## **2.9.2. There is an increase in $\delta^{15}\text{N}$ with increased HCl concentration**

Differences in  $\delta^{15}\text{N}$  are observed between methods: unacidified and acidified samples as well as between HCl concentrations. A small but measurable increase in  $\delta^{15}\text{N}$  mean is observed between unacidified samples (> 1 mm) or treated with 1 % (9.0 ‰), and samples treated with a 2 % (9.3 ‰) and a 5 % (9.4 ‰) HCl solution.

### **2.9.2.1. Unacidified > 1 mm fragments and 1 % HCl acid treated samples produce similar $\delta^{15}\text{N}$**

Overall, these results both agree and differ from Pestle (2010) conclusions. He obtained similar  $\delta^{15}\text{N}$  while using different protocols with weak HCl concentrations (0.05 M to 0.2 M or 0.415 to 1.66 %) ( $\delta^{15}\text{N}_{\text{coll}}$ , Table 1). In agreement with his results, after removing the  $\delta^{15}\text{N}$  outlier from the > 1 mm unacidified sample, the values are similar to those obtained with a weak 1 % HCl solution (Figure 14, page 88). Nonetheless, our results differ from Pestle (2010) when comparing 1 % and 2 % HCl concentration (which is a little stronger than the 0.2 M [1.66 %] he used). Although, the % N, the C: N and the range of  $\delta^{15}\text{N}$  obtained are overlapping between the 2 groups (between 9 and 9.4 ‰), the multiple replications of the stable isotope analysis (n = 57) demonstrate that these two protocols provide different  $\delta^{15}\text{N}$ , and that 2 % HCl is producing a  $\delta^{15}\text{N}$  increase in our samples.

These results indicate that it is indeed unnecessary to acidify cortical bone samples for  $\delta^{15}\text{N}$  analysis. In a case when, like in most studies, carbon analyses are undertaken simultaneously on the same sample, for economy of time and money, a concentration of no more than 0.2 M (or 1.66 %) should be used (with well-preserved bone).

### **2.9.2.2. Samples treated with 2 % and 5 % HCl concentrations produce higher $\delta^{15}\text{N}$**

It has been demonstrated that although HCl is effective for bone demineralization, it is also “the most widely used agent for hydrolyzing proteins” (Rosenberg, 2005, p. 229). Thus, as “nitrogen is contained essentially entirely within the peptide bond” (Minami and Nakamura, 2005, p. 66), it is likely that the use of a HCl solution to demineralize ancient bone samples will lead to a variation in  $\delta^{15}\text{N}$  values (as stated in Pestle 2010). In fact, Bada and colleagues (1989) indicate that the  $\delta^{15}\text{N}$  values and C: N of bulk collagen increase and decrease, respectively with isotopic

fractionation during the hydrolysis of peptide bonds, which is exactly what we observe here for the samples treated with 2 % and 5 % HCl concentrations (see Table 5, page 86).

The different amino acids that make up collagen fractionate nitrogen isotopes differently (Hare et al., 1991; Tuross et al., 1988). For example, glycine, which accounts for 33 % of bone collagen (in mole %) (Nelson et al., 1986, Table 2), has  $\delta^{15}\text{N}$  values of 3.4 to 5.7 ‰ (as measured by Tuross et al., 1988, Figure 2). The peptide bonds between aspartic acid (Asp) and glycine (Gly) or proline (Pro) appear to be prompt to degradation at low pH (Piszkiewicz et al., 1970; Radkiewicz et al., 2001). In addition, less Asp-Gly bonds are observed when HCl is used compared to an EDTA treatment on archaeological bones (Simpson et al., 2016; Tuross et al., 1988, Table 7). Tuross and colleagues (1988) note an increase in  $\delta^{15}\text{N}$  value from 16.8 ‰ with EDTA (pH 7.2) to 18.4 ‰ with HCl (lower pH, exact value unstated). This is possibly the case here, as samples treated with 2 % and 5 % HCl concentration show slightly higher  $\delta^{15}\text{N}$ . However, there is no direct evidence in this experiment to support a preferential breakage of the Asp-Gly or the Asp-Pro bonds.

The use of HCl to remove mineral carbon has an impact on  $\delta^{15}\text{N}$  value as a concentration of 2 % and stronger may hydrolyze peptide bonds. Because many paleodietary studies use a modification of the Longin (1971) collagen extraction method, which demineralize powdered bones in a 1 M HCl solution, the current results demonstrate the need to carry more research on the effect of HCl concentration on  $\delta^{15}\text{N}$  values. In fact, compound-specific measurements could explore the hypothesis of hydrolysis of the peptide bonds.

### **2.9.3. Intra-laboratory variation in $\delta^{15}\text{N}$ between IRMS analytical sequences**

As observed above, the same 36 samples analyzed at a one-week interval produced statistically different  $\delta^{15}\text{N}$  values, although the in-house control varied by less than 0.1 ‰. Up to now, there were no intra-laboratory tests published on the effects of different HCl concentrations (1 %, 2 % and 5 %) on  $\delta^{15}\text{N}$  from archaeological bone or for the replication of the analysis multiple times (up to three times, for a total of 117 data on a single sample).

Previous inter-laboratory exercises studying  $\delta^{15}\text{N}$ , among other isotopes, have noted differences up to 1.9 ‰ between collagen extraction protocols (Pestle et al., 2014; Sealy et al. 2014). This is

a little more than the difference observed between the lowest and the highest  $\delta^{15}\text{N}$  values measured from unacidified > 1 mm and 1 % HCl treated samples. We included the outliers as they would usually be impossible to separate. Pestle and colleagues (2014, p. 11) suggest that to consider a difference between two analyses as real, it must exceed 0.9 ‰. Our results are challenging this conclusion as the unacidified > 1 mm samples vary in  $\delta^{15}\text{N}$  by 1.4 ‰ ( $n = 7$ ) and 1 % HCl samples by 1.1 ‰ ( $n = 36$ ), which are above the target of 0.9 ‰. As mentioned above,  $\delta^{15}\text{N}$  obtained from unacidified samples with a particle size of less than 1 mm and samples treated with HCl concentrations of 2 % and 5 % are excluded. This is because their values are probably biased by contamination or by hydrolysis of protein bonds.

To better understand the processes involved, subsequent studies should test intra-bone  $\delta^{15}\text{N}$  variation from well-preserved cortical bone without applying any acidification to avoid the variation induced by the collagen pretreatment method. As carried out here, IRMS analysis should be repeated multiple times (if possible, in two or more different laboratories) to explore the variation induced by sequential analysis (as exposed in Figure 15, page 90).

#### **2.9.4. But ultimately... does it affect paleodietary interpretations?**

The intra-individual variation study in  $\delta^{15}\text{N}$  of DeNiro and Schoeninger (1983) is still relevant. They conclude their study on the variation in the isotopic composition of bone collagen in minks fed on monotonous diet by reporting a 1.4 ‰  $\delta^{15}\text{N}$  range. Since this pioneer research, no other work has focused on intra-individual  $\delta^{15}\text{N}$  variation in bone, especially in an archaeological context. They hypothesized that the variation observed would be reflected in a  $\pm 1$  ‰ for prehistoric (archaeological) human diet. Therefore, the 1.4 ‰ variation in  $\delta^{15}\text{N}$  observed in individual 2E9 rib bone would be included in this variation. Still, as Jørkov and colleagues (2007, p. 1828-1829) note, these studies were conducted on animals raised on controlled diet; the reliability of mink offset to derive baseline estimation for the variability in human isotopic compositions is thus questionable.

The (up to) 1.4 ‰ intra-bone  $\delta^{15}\text{N}$  variation measured in this study could almost be interpreted as a change in trophic level. Trophic level changes are typically considered as steps of 3-5 ‰ in

$\delta^{15}\text{N}$  (Deniro & Epstein, 1981; Minagawa & Wada, 1984; Schoeninger & DeNiro, 1984). However, discrimination factors between 1.3 and 6.9 ‰ have also been reported in the literature (e.g., Ambrose & DeNiro, 1986; Bocherens & Mariotti, 2002, cited in Bocherens & Drucker, 2003; Caut et al., 2008).

In 2012, O'Connell and colleagues challenged the accepted value stating that “an underestimation of the  $\delta^{15}\text{N}_{\text{diet-collagen}}$  offset will lead to an overestimation of the dietary importance of foods with higher nitrogen isotopic values, usually higher trophic level foods such as meat, milk and fish” (O'Connell et al., 2012, p. 431-432). In their study of 11 subjects on a controlled diet for 30 days, they derived an estimated  $\delta^{15}\text{N}_{\text{diet-collagen}}$  of +4.6 ‰. A recent study by Cooper and colleagues (2019) agrees with these findings. They studied subsistence regimes of modern Ethiopians pastoralists, peasant farmers and fishing farmers. They conclude that the two latter groups show a significant difference in  $\delta^{15}\text{N}$  with the former ( $p < 0.001$ , Table 3). The pastoralists present the highest  $\delta^{15}\text{N}$ , averaging  $13.7 \pm 2.4$  ‰ while the other groups show averages of  $8.0 \pm 1.2$  ‰ (farmers) and  $8.7 \pm 0.9$  ‰ (fisher). Therefore, there is an average difference of 5 to 5.7 ‰ between diets.

Considering that both of these most recent studies on trophic level indicate a large range of diet-body fractionation (up to almost 6 ‰), the range of  $\delta^{15}\text{N}$  obtained from individual 2E9 is far from these values. Therefore, comparing the results from the present study to the classical Figure 1A of Schoeninger and colleagues (1983), the individual presented here is associated with Historical North American agriculturalist. This fact agrees with the dietary context of Sainte-Marie-de-Beauce since the skeletal population represents an 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> century rural village in Québec (Canada) (Toupin 2015; Vigeant et al. to be submitted).

## 2.10. Conclusions

---

To our knowledge, this research is the first attempt to test HCl concentration on  $\delta^{15}\text{N}$ , by aliquot and on different analytical sequences on a “homogenized” rib bone sample from one individual. Overall, four main results have emerged:

- 1) Unacidified powdered samples of 0-1 mm of grain size are inadequate for IRMS analysis on rib bone samples obtained from archaeological context.
- 2) There is a rise in  $\delta^{15}\text{N}$  with increased HCl concentration. Our hypothesis is that it is caused by an increase in hydrolysis of peptide bonds.
- 3) Unacidified > 1 mm samples (or cortical) seem to produce the most reliable % N, C: N and  $\delta^{15}\text{N}$  values. Yet, for efficiency purposes to measure both carbon and nitrogen isotopes on the same aliquot within the same analysis, a pretreatment with 1 % HCl concentration seems adequate.
- 4) There is an intra-laboratory variation in  $\delta^{15}\text{N}$  between analytical sequences observed for some of the subsamples and pre-treatments, although the control standard did not vary.

Unlike organic carbon isotopic measurement, nitrogen isotopic measurements do not require removal of the inorganic part of the bone. However, most of the time, they are simultaneously analyzed from the same HCl treated bone. Using fragments of shaft ribs, we studied the effects of different acid concentrations (unacidified, 1 %, 2 % and 5 %) on  $\delta^{15}\text{N}$  measurements. In addition, we have multiplied replicates of our protocols and analytical sequences to explore potential variations.

Our results indicate that in the case of rib bone taken from an archaeological context, it is necessary to either select cortical bone or proceed with a weak HCl treatment (no more than 1 %) to remove nitrogen contaminant in trabecular bone. A stronger treatment (2 % and more) will result in an increase in  $\delta^{15}\text{N}$  values possibly due to partial hydrolysis of the peptide bond. Further studies are needed on that issue to better understand the partial hydrolysis of amino acids (and variation in  $\delta^{15}\text{N}$ ) with different HCl concentrations.

One result remains unexplained: the variation in  $\delta^{15}\text{N}$  between the same samples analyzed multiple time during different analytical sequences while control standards remain similar. Replication of this study protocol is greatly encouraged within and between laboratories to better understand the possible variation.



This research points to the many theoretical, methodological, and instrumental “blind spots” encountered when using archaeological rib bone fragments for  $\delta^{15}\text{N}$  analysis to reconstruct paleodiets.

### **2.11. Acknowledgements**

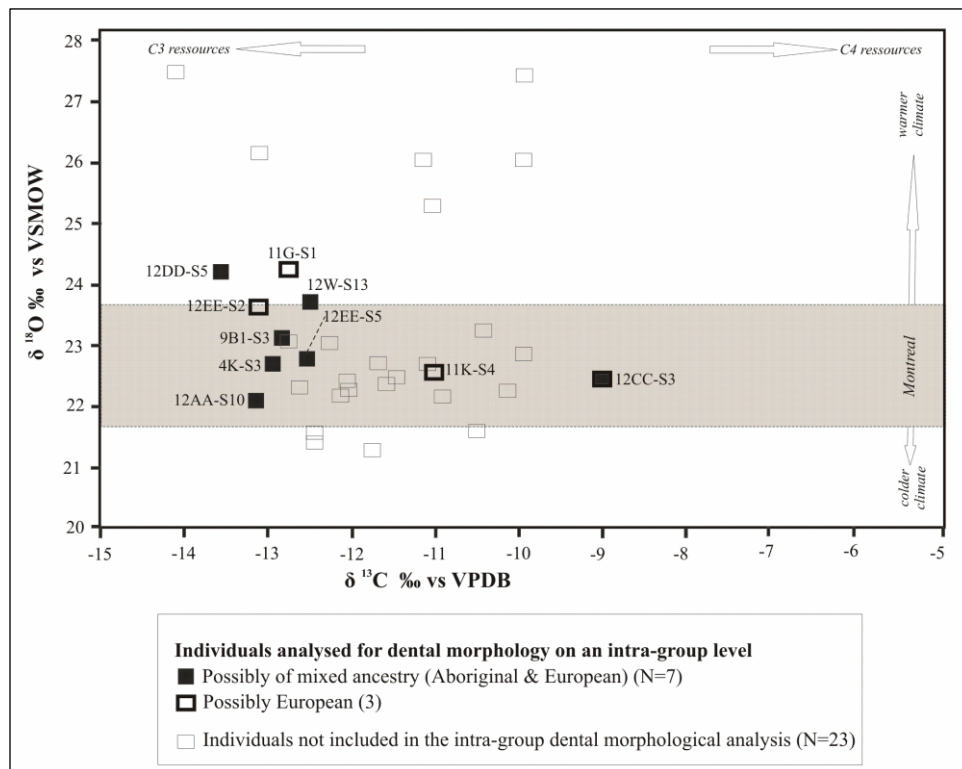
---

This work was supported by a grant from the Social Sciences and Humanities Research Council (# 767-2013-1772), and funding from Groupe de recherche ArchéoScience-ArchéoSociale (AS2) (FQRSC). The authors would like to thank Agnieszka Adamowick (Stable Isotopes Laboratory of the Geotop research center at the Université du Québec à Montréal) for technical support, Isabelle Ribot (Human bioarchaeology laboratory of the Université de Montréal) and the anonymous reviewers for the helpful comments to improve this manuscript as well as the parish of Sainte-Marie community for allowing analysis on the individual of Sainte-Marie-de-Beauce’s skeletal collection

### Chapitre 3. Exploration de « l'identité culturelle » de populations

bioarchéologiques de la vallée laurentienne des XVIIe au XIXe siècle à travers l'analyse des teneurs isotopiques en oxygène et en carbone de l'émail dentaire

Cet article découle d'observations effectuées en 2017 à la suite de la combinaison de données populationnelles provenant de la morphologie dentaire (B.-Hardy, 2015) et de la bioarchéologie isotopiques (Vigeant, 2012) concernant les comportements migratoires et alimentaires à l'enfance d'un échantillon d'individus provenant du cimetière de Notre-Dame (Montréal, 1691-1796). En résumé, les 8 individus identifiés comme ayant une possible ascendance Autochtone ou métissée (PIMA) par B.-Hardy (2015), sont probablement natifs de la région laurentienne ou d'une région plus chaude des Amériques; et ils ont consommé une alimentation marginale à celle de la majorité de l'échantillon, soit incluant plus de ressources C<sub>3</sub> ou au contraire plus de ressources C<sub>4</sub> durant l'enfance (Figure 16, page 98).



**Figure 16.** Teneur isotopique en oxygène et en carbone de l'émail dentaire de prémolaires de 33 individus de Notre-Dame, tiré de B.-Hardy et collègues (accepté en 2017)

Cet article explore la possibilité que « l'identité culturelle » d'individus ayant vécu dans la vallée laurentienne soit identifiable grâce aux outils de la bioarchéologie isotopique via l'étude de l'origine géographique et de l'alimentation à l'enfance. Ces aspects sont imposés par le parent ou tuteur et varie selon plusieurs facteurs, dont la culture. Les hypothèses formulées sont ensuite enrichies par les données extraites de l'archéologie funéraire (Arkéos, 2008; Cloutier, 2000; Ethnoscop, 2006, 2010, 2015; Simoneau, 2003), de la morphologie dentaire (B.-Hardy, 2015) et de l'ADN ancien (Harding et al., 2020, Martin-Moya, in prep.).

### **3.1. Three Centuries of Cultural Diversity in the St. Lawrence Valley, Canada: An Exploration Using Stable Carbon and Oxygen Isotopes from Enamel (soumis)**

---

*American Antiquity*

Jacinthe Vigeant, Isabelle Ribot and Jean-François Hélie

DO NOT CITE IN ANY CONTEXT WITHOUT PERMISSION OF THE AUTHORS

Jacinthe Vigeant and Isabelle Ribot Département d'anthropologie, Université de Montréal, 3200 Jean-Brillant St., Montréal, Québec H3C 3J7 Canada.

Jean-François Hélie Geotop, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888 succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3P8 Canada.

Competing Interests: The authors declare none.

### **3.2. Abstract**

---

During the late seventeenth to nineteenth centuries, the St. Lawrence Valley (Quebec, Canada) was populated by Indigenous, French, and British people and enslaved persons from various origins. This cultural diversity is explored through diet and mobility using stable isotope analysis of carbon and oxygen in enamel ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) from four historic population samples ( $n = 170$ ). Four facts reflecting the historical context emerge. First, the French Catholic populations appear to be mostly locally born (71 %; 64 individuals out of 90), in contrast to the British Protestant sample composed mainly of transatlantic migrants (58 %; 46 individuals out of 80). Second, up to five possible Indigenous people were identified within the French Catholic Cemeteries. Third, five individuals may have experienced enslavement: three Indigenous men within the French sites, and one Inuit woman and one man of African descent during the British Regime. Fourth, five individuals in the French Catholic Cemetery of Montreal may have been war prisoners brought from New England colonies. Finally, the data highlights the contribution of an isotopic approach in understanding population diversity in the colonial period.

### 3.3. Introduction

---

In Canada, the most populous colony of New France, governments were established along the St. Lawrence River: Quebec (1608), Trois-Rivières (1634) and Montreal (1642). France's government relied heavily on Indigenous populations to both support the fur trade and grow the colony, as twice as many men immigrated as did women (Brown 1987, 149). Still, between 1663 and 1673, King Louis XIV of France recruited 764 women to encourage the growth of the colonial population (Landry, 1992). These first migratory waves of Europeans were up to 97 % French-speaking and mostly of Catholic denomination (Charbonneau, 1990; Dechêne, 1974; Naud, 1997). Following the Seven Years' War (1756-1763), Canada was ceded to Great Britain and new waves of immigrants arrived, consisting mostly of English-speaking Protestants arriving from the colonies nearest to Quebec (Acadia, Newfoundland, and New England), as well as from the British Isles. Additionally, between 1632 and 1834 (when slavery was abolished in the British Empire), approximately 4,200 enslaved persons of Indigenous or African ancestry were recorded in Quebec (Trudel and d'Allaire, 2004). Indigenous slaves were taken from non-allied nations, as the Pawnees (Nebraska), the Sioux (Lake Superior), the Fox (Lake Michigan), and Inuits (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 77-83). Slaves of African descent were brought from New England colonies, Louisiana, West Indies, and sometimes directly from Africa (Trudel & d'Allaire 2004, p. 87-89). Because of the arrival of these different populations over three centuries, a rather diverse demographic picture is to be expected in the St. Lawrence Valley.

Demographic information, region of origin, diet and status are topics frequently explored with stable isotope analysis (SIA), especially for northeast North America (e.g., France et al., 2014; France, Owsley, et al., 2020; Katzenberg et al., 2002; Munkittrick et al., 2019; Schwarcz & Schoeninger, 1991; Ubelaker & Owsley, 2003; van der Merwe et al., 2003; Vanderpool, 2011). These studies show that stable isotope compositions vary between cultural groups that inhabited the territory, such as Indigenous people, Europeans, and individuals of African descent. They all support that cultures are reflected in lifestyle and foodways (Curta, 2004, p. 2509). Here, oxygen and carbon SIA of tooth enamel are used to reflect the region of origin and the diet during early childhood (from 2 to 6 years of age), a period of life that corresponds to the initial development

of an individual's cultural identity (Curta, 2004, p. 2508). This approach will allow an exploration of the cultural identities found within the St. Lawrence Valley region during the seventeenth through nineteenth centuries.

### **3.3.1. Stable Isotope Analysis to Explore Cultural Identities of Historic Northeastern North Americans**

Migration, mobility, contact, slavery, food availability and practices can be investigated *via* SIA of oxygen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) and carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) in tooth enamel carbonate, as they provide information on both the region of origin and the dietary profile of an individual during early life. As oxygen and carbon stable isotopes "circulate in characteristic ways in the biosphere" (Fry, 2007, p. 40), the variations measured in human tissues reflect the individual's history of interactions and adaptations to her or his environment.

Globally, the  $\delta^{18}\text{O}$  found in rain water varies according to latitude, altitude, and distance from the coast (Dansgaard, 1964). Humans incorporate the  $\delta^{18}\text{O}$  characteristic of their environment, primarily, through drinking water. The  $\delta^{18}\text{O}$  is integrated into the structure of both bones and teeth during their synthesis (Longinelli, 1984). The extraction of the  $\delta^{18}\text{O}$  from these tissues is undertaken from the mineral fractions: hydroxyapatite phosphate ( $-\text{PO}_4$ ) or carbonate ( $-\text{CO}_3$ , substitute for  $-\text{PO}_4$  or  $-\text{OH}$  in hydroxyapatite). A direct relationship between  $\delta^{18}\text{O}_\text{P}$  and  $\delta^{18}\text{O}_\text{C}$  allows conversion ( $\delta^{18}\text{O}_\text{P} = 1.0322 \times \delta^{18}\text{O}_\text{C} - 9.6849$ , Chenery et al. 2012). While phosphate is less prone to diagenetic alteration than carbonate, SIA of carbonate has the advantage of simultaneously providing inorganic carbon values that reflect the whole diet ( $r^2 = 0.97$ , Kellner & Schoeninger, 2007).

The SIA of carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) allows the partial reconstruction of an individual's diet. In the biosphere,  $\delta^{13}\text{C}$  varies according to the source of carbon integrated at the base of the food chain. The  $\delta^{13}\text{C}$  of terrestrial resources varies according to the photosynthetic pathway; most plants growing in North America (such as wheat, oats, and peas, which were the main European crops), have a  $\text{C}_3$  pathway, which results in lower  $\delta^{13}\text{C}$  (-20.0 to -35 ‰) than  $\text{C}_4$  plants (such as maize an Indigenous plant, with a  $\delta^{13}\text{C}$  of -9.0 to -14 ‰). Oceanic inorganic carbon is 7 ‰ higher than atmospheric

carbon (Katzenberg & Grauer, 2018). Yet, large kinetic fractionation during planktonic photosynthesis result in  $\delta^{13}\text{C}$  intermediate to  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  plants resources (-19.0 to -24.0 ‰, Fry 2007, p. 45-46). Then, a fractionation of approximately 12 to 15 ‰ occurs between diet and structural carbonate during tissue synthesis (France & Owsley, 2015; Passey et al., 2005).

In 2014, France, Owsley, and Hayek analyzed individuals of known ancestry, social class, and region of origin, whose remains were recovered from twelve North American burial sites dated between the eighteenth and nineteenth centuries, in order to produce a predictive model of demographic information. The authors concluded that SIA of organic carbon ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{bone collagen}}$ ), inorganic carbon ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{bone carbonate}}$ ), and oxygen ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{bone carbonate}}$ ) were the most reliable proxies to observe demographic differences (region of origin, ancestry, and social class). Furthermore, the combination of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{bone collagen}}$  and  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bone carbonate}}$  predicted the region of origin with 82 % accuracy. However, as the validity of  $\delta^{18}\text{O}$  data obtained from bone carbonate is highly debated (e.g., Crowley & Wheatley, 2014; Pellegrini & Snoeck, 2016), the use of  $\delta^{18}\text{O}$  from tooth enamel carbonate is instead encouraged (e.g., Kohn and Cerling 2002).

Furthermore,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  obtained from tooth enamel carbonate reflect key information about residential location and diet during childhood, since the growth of permanent dental crowns occurs between approximately birth and 18.5 years of age (Moorrees et al., 1963). At that period of life, localization and feeding practices are imposed by the custodian in relation to her or his environment, food availability and cultural background (Curta, 2004, p. 2508). Therefore, stable carbon and oxygen isotopes from enamel crowns are ideal tools when evaluating the broad cultural background of an individual.

### **3.3.2. Cultural Diversity in the Early Colonial Population of Canada and Previous SIA Data**

In the St. Lawrence valley, contact between Indigenous populations and European colonists, colonial wars between the French and the British and slavery, among other factors, gathered individuals of diverse cultural identities. Recognizable by their origin, mobility histories and diets, these cultural identities can be reconstructed through  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  analysis. In fact, a growing database of SIA has already been created for populations inhabiting the Laurentian valley

between the seventeenth and nineteenth centuries (Caron, 2013; Toupin, 2015; Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017, 2022). However, the spatiotemporal variation of cultural identities within the region has not been explored so far.

From the beginning of the French colonial period, settlements were established, for commercial or conversion purpose, along routes used by Indigenous peoples. The Montreal's fur trade fair attracted up to 800 Indigenous individuals from the Ottawa, the Hurons, and other nations, in the late seventeenth century. In 1701, the Great Peace of Montreal, an agreement concluded between the Five Nations (Iroquois) and the French, brought about 1,300 Indigenous delegates, from 39 nations, in the city which was inhabited by approximately 1,200 individuals (Havard, 1992, p. 141). The Huron chief Kondiaronk, converted to Catholicism, died during the discussions, and was buried *ad sanctos*, within the Notre-Dame's Church, the following day. Dental morphology also suggested the presence of eight individuals of possibly Indigenous or mixed ancestry (PIMA) in the Notre-Dame cemetery (1691-1796) (B.-Hardy, 2015). Furthermore, SIA of enamel  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  of seven of them, was compared with a larger sample from the same collection (Vigeant, 2012). Results indicated that, these PIMA individuals, were from northeast North America ( $\delta^{18}\text{O}$  between 22.1 and 24.3 ‰); and that they had either a  $\text{C}_3$  (average  $\delta^{13}\text{C}$  -  $12.9 \pm 0.4$  ‰,  $n = 6$ ) or  $\text{C}_4$  (-9.0 ‰,  $n = 1$ ) diet at childhood, in both cases being marginal to the rest of the Montreal's sample ( $-11.6 \pm 1.1$  ‰,  $n = 26$ ) (B.-Hardy et al. accepted 2017). This observation was developed by Vigeant and others (2022), who suggested a rather high proportion of PIMA individuals (31 % or 9 individuals out of 32).

In 1663, Canada had only 3,035 settlers (Trudel, 1973). When the first Intendant of New France asked the Crown for a strategic population policy, the First Minister of State replied it would be unwise for the king to depopulate his kingdom in order to populate Canada (correspondence of April 5, 1666) (Charbonneau and Landry 1979, 33). Subsequently, the high fertility rate (9.5 children) (Gauvreau, 1998) as well as transatlantic and internal migration accounted for the strong population growth. In the 1681 census of Montreal, 64% of the inhabitants (888 individuals out of 1,389) were born in the colony (Dechêne, 1974, Table 2). This proportion corresponds to a recent SIA on migration patterns, using  $\delta^{18}\text{O}$  of enamel carbonate, were at least



53% (17 out of 32) individuals from Notre-Dame Cemetery (Montreal, 1691-1796) were most likely Canadians (Vigeant et al., 2022).

After the end of the Seven Years' War (1756-1763), the port of Quebec City became the main British gateway to Canada. Between 1829 and 1865, reports from immigration agents indicated that 1,084,765 individuals from the British Isles entered Canada through the city (Sévigny, 1995, p. 31). For the same period, Caron (2013) explored the geographical origin of 34 individuals who were buried in the St. Matthew's Anglican Cemetery in Quebec City (1771-1860). Using the  $\delta^{18}\text{O}_c$  and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  of second molar enamel, Caron (2013) concluded that 35 % (12 individuals out of 34) were likely locally born ( $\delta^{18}\text{O} < 24.3 \text{ ‰}$ ), while 65 % (22 individuals out of 34) were probably immigrants having arrived from Europe. Using the same St. Matthew sample, Toupin (2015) added six children to estimate the  $\delta^{18}\text{O}$  of the city at that period ( $22.5 \pm 1.0 \text{ ‰}$ ). Toupin's (2015) values suggest an even greater number of immigrants (90 % or 36 individuals out of 40).

It is also crucial to remember that slavery occurred in Canada. For the period between 1690 and 1834, Trudel and d'Allaire (2004) counted 2,683 enslaved Indigenous and 1,443 enslaved individuals of African descent, in both parish registers (as most were baptized) and other archives (e.g., census, deeds of sale and emancipation of slaves, and wills and inventories after death). Slavery was mostly an urban phenomenon: 2,077 slaves were recorded in Montreal, 1,063 in Quebec City, and 115 in Trois-Rivières (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 98). Vigeant and others (2022) suggested that two PIMA individuals identified by B.-Hardy (2015) in the Montreal sample, may have been brought as slaves, based on a higher  $\delta^{18}\text{O}$  (both having  $24.3 \text{ ‰}$ ) pointing towards an origin south of Montreal (possibly the Mississippi valley), and a premature death (before the age of 25 years old).

### **3.3.3. Objectives of the Present Study**

Previous studies using carbon and oxygen SIA in the St. Lawrence Valley have focused on relatively small samples from two cemeteries, Notre-Dame (Montreal, 1691-1796,  $n = 32$ ) and St. Matthew's (Quebec City, 1771-1860,  $n = 40$ ). Nevertheless, a few demographic trends have been observed in relation to the colonial context, underscoring the ability to recognize a culturally

diverse population. The present paper explores cultural diversity further with an expanded sample of archaeological groups reflecting three centuries.

In the light of both historical sources about cultural diversity and previous SIA studies, the following questions are raised: What is the population composition within the St. Lawrence Valley colonial cemeteries? Does the presence of Indigenous people vary through time? And, is it possible to identify enslaved persons within the colonial French Catholic and British Protestant cemeteries?

These questions will help us to explore past cultural diversity in the St. Lawrence Valley. Concerning the first question, it is expected, that most of the sample will be composed of individuals of European descent, either Canadians, Americans, or European immigrants, although some individuals of Indigenous or African descent can also be present. Regarding the second question, it is expected that a higher proportion of Indigenous individuals would be present within the earlier cemeteries. Finally, the third question will allow to explore the presence of enslaved individuals within the colonial cemeteries in Canada.

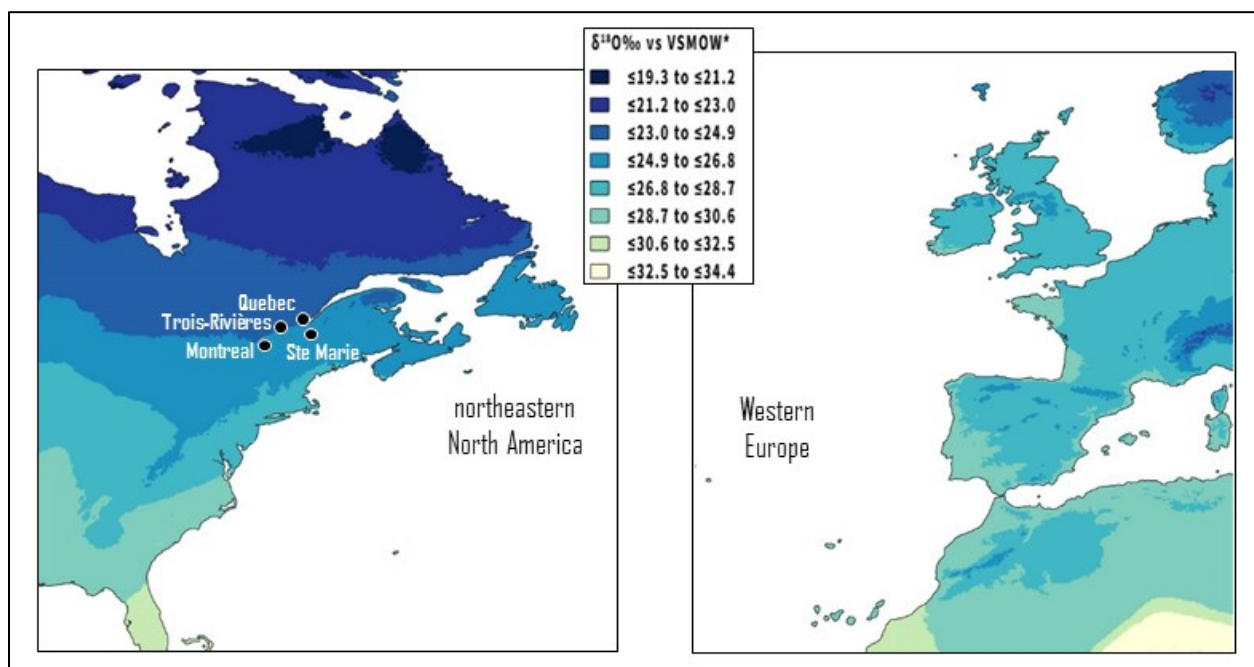
### **3.4. Material**

---

Dental samples were selected from skeletal collections originating from four cemeteries along the St. Lawrence River (Figure 17, page 107). Three sites partially date back to the French Regime, including the Old Cemetery of Trois-Rivières (*ca.* 1650-1865), the Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796) and the Sainte-Marie-de-Beauce Catholic Cemetery (1748-1878). The last site dates to the British Regime: the St. Matthew's Anglican Cemetery (Quebec City, 1771-1860). These sites, which represent both urban and rural settings, reflect a three-century occupation of the St. Lawrence Valley, and they can provide information about population changes through time and space.

In total, 170 individuals were selected for the study and they were grouped into four broad age categories: children under 12 years of age ( $n = 15$ ); juvenile under 18 years of age ( $n = 3$  women;  $n = 8$  men and  $n = 5$  of unknown sex); adults over 18 years of age ( $n = 49$  women;  $n = 65$  men and

$n = 9$  of unknown sex); and individuals of unknown age at death ( $n = 1$  man and  $n = 15$  of unknown sex) (Appendix 5, page 191).



**Figure 17.** Map showing the St. Lawrence Valley burial sites under study: Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865), Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796), Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878) and St. Matthew's Protestant Cemetery (Quebec City, 1771-1860). Map created with Global and Regional Precipitation values from Waterisotopes.org ([https://wateriso.utah.edu/waterisotopes/pages/data\\_access/ArcGrids.html](https://wateriso.utah.edu/waterisotopes/pages/data_access/ArcGrids.html)) based on OIPC v3.2 database values from (Bowen et al., 2005; Bowen & Revenaugh, 2003).

Map was modified using ArcGis Pro 2.7.

\* $\delta^{18}\text{O}$  values were transformed into tooth values using Chenery et al. (2012).

Waterisotopes.org: Accessed 13 March 2021. Query: Country = Global, Type = Mean Annual  $\delta^{18}\text{O}$

Because a bias in  $\delta^{18}\text{O}$  may result from breastfeeding (Wright & Schwarcz, 1998), only teeth with crowns formed after the completion of weaning were selected. Stable nitrogen isotope analyses performed on Notre-Dame (Gutierrez et al., 2021) and St. Matthew (Morland, 2009) indicated that weaning was completed at approximately two years of age. Therefore, premolars and second molars were preferentially sampled because their crowns begin to form at approximately 2.5 years of age (Moorrees et al., 1963). When premolars were missing, third molars (crown formed after 7.5 years of age, Moorrees et al., 1963) were selected.

#### **3.4.1. The Old Trois-Rivières Catholic Cemetery (around 1650-1865)**

The French settled in Trois-Rivières precisely because the region served as a gathering place for the Algonquin nations during their seasonal nomadism, and therefore they joined the already existing trading networks (Dubois & Morin, 2019, p. 54). The opening of the cemetery, the second burial ground in the city, is associated with the first Catholic parish Church (Ethnoscop, 2015, p. 33). The sample consists of four individuals. Prior funerary, morphological, and isotopic analyses suggested that three individuals could have been of Indigenous ancestry, while one is most likely European (Ethnoscop, 2015, p. 440-443).

#### **3.4.2. The Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796)**

The city was founded during a period of Catholicism expansion. Jesuits noted that Montreal was an ideal location to attract Indigenous communities for conversion. However, the focus rapidly turned towards the fur trade. The Notre-Dame cemetery is associated with the first Catholic parish Church, and it is the fifth burial ground in the city. It opened in 1691 on the southern side of the church and closed down in 1796 due to public health regulations (Arkéos 2008, p. 7-8). The sample comprises 64 individuals that were already analyzed for sex and age estimations (Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017).

#### **3.4.3. The Sainte-Marie Catholic Cemetery (Beauce, 1748-1878)**

French Canadian settled in the southern part of the St. Lawrence Valley along the Chaudière River and founded Sainte-Marie-de-Beauce in 1738. In the late seventeenth century, the Abenaki village of Saint-François was already located along the same river, before they moved somewhere else (Dubois & Morin, 2018). The first burial occurred in 1748 in the cemetery associated with the first parish Catholic Church (Ethnoscop, 2006, p. 17). The sample consists of 22 individuals whose sex and age were determined using several methods like those used for the Notre-Dame's collection (see Vigeant et al., 2017).

#### **3.4.4. The St. Matthew's Anglican Cemetery (Quebec City, 1771-1860)**

Opened in 1771, eight years after the beginning of the British Regime, the St. Matthew's Cemetery is the first official burial ground for the Protestant population of Quebec City. Among the British, the Scottish, the Irish and the French from the Isles of Jersey and Guernsey, sailors, soldiers, and other foreign visitors were buried in the protestant cemetery. The sample includes 80 individuals already analyzed for sex and age estimations (Caron, 2013; Toupin, 2015). As Caron (2013,  $n = 34$ ) and Toupin (2015,  $n = 9$ ) did SIA of both enamel  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  on the collection, their data are used in the present study. To check for comparability, some analyses have been redone ( $n = 8$ ) and 37 samples were added.

#### **3.4.5. Comparative Enamel $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ Dataset from Spatiotemporally Related Contexts in North America and Europe**

To explore cultural identities in the St. Lawrence valley, the samples are compared to data from enamel SIA of  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  compiled from scholarly literature for seven populations associated with the colonial context. Five are North American groups: Indigenous, Canadians, Louisianians, Americans and individuals of African descent (freed or enslaved in America) (see Table 7, page 110). The American sample of France and others (2014, Table 1, p.358) contained probable European immigrants, they were removed from the dataset. The only  $\delta^{18}\text{O}$  for Indigenous groups date back to the twelfth century, and before the Little Ice Age in North America (1375-1890, (Brönnimann et al., 2018; Moore et al., 2001). The  $\delta^{18}\text{O}$  are also missing for the Louisianians (Mississippi, Page, 2007), but it is assumed that they should be rather similar to Americans (24.9 to 34.0 ‰). The  $\delta^{18}\text{O}$  of the Canadian variation appears to provide the lowest values (22.4 to 24.1 ‰) in comparison to other compiled groups. The two European groups are the French and the British that are related to the colonial empires in North America. The Scottish sample is included with the British since they are similar to the latter.

**Tableau 7.** Summary of enamel  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  from four key sites of the St. Lawrence Valley and comparative data from contemporaneous North American and European sites

Site, location, and date (AD)	Reference	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ vs. VSMOW			$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ vs. VPDB		
		<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
Old Cemetery of Trois-Rivières (1650-1865)	Ethnoscop 2015	4	23.2 ± 1.8	21.6; 25.6	4	-9.7 ± 3.5	-13.1; -6.2
Notre-Dame Cemetery, Montreal (1691-1796)	Vigeant 2012; this study	64	23.4 ± 1.6	20.9; 27.5	64	-11.6 ± 1.2	-14.1; -7.9
Sainte-Marie Cemetery, Beauce (1748-1878)	This study	22	22.3 ± 1.3	20.7; 26.6	22	-13.2 ± 2.3	-15.1; -3.2
St. Matthew's Cemetery, Quebec City (1771-1860)	Caron 2013; Toupin 2015; this study	80	24.2 ± 1.8	17.0; 27.2	80	-13.8 ± 1.2	-16.0; -8.3
<b>COMPARATIVE NORTH AMERICAN GROUPS</b>							
<b>Indigenous from the Great Lake region</b>							
Krieger Site, Chatham-Kent, ON (1186-1289)	Watts et al. 2011	10	24.9 ± 0.9	23.3; 25.7	10	-3.4 ± 1.3	-4.0; -1.3
Moatfield Ossuary, North York, ON (1300)	van der Merwe et al. 2003;				44	-4.2 ± 1.6	-8.0; -1.7
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>24.9 ± 0.9</b>	<b>23.3; 25.7</b>	<b>54</b>	<b>-4.1 ± 1.5</b>	<b>-8.0; -1.3</b>
<b>Canadians</b>							
Notre-Dame Cemetery, Montreal, QC (1691-1796)	Vigeant et al. 2022	3	22.7 ± 0.3	22.4; 22.9	3	-11.5 ± 0.1	-11.6; -11.4
St. Paul's Cemetery, St. John's, NFL (1764-1820)	Munkittrick et al. 2019	6	23.6 ± 0.3	23.2; 24.1	6	-11.6 ± 0.6	-12.4; -10.9
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>23.3 ± 0.5</b>	<b>22.4; 24.1</b>	<b>9</b>	<b>-11.8 ± 0.9</b>	<b>-12.4; -10.9</b>
<b>Louisianians</b>							
Moran Site, Biloxi, Mississippi (1719-1723)	Page 2007		n.a		5	-12.8 ± 0.9	-13.7; -11.5
<b>Americans</b>							
Foscue Plantation, North Carolina, (1800-1849)	France et al. 2014 France et al. 2019	3	26.9 ± 0.7	26.4; 27.7	3	-7.6 ± 0.9	-8.4; -6.7
Trinity Catholic Church, Washington, DC (1800-1850)	France et al. 2014 <sup>a</sup>	1	26.7		1	-9.7	
Hilleary Cemetery, Maryland (1850-1899)	France et al. 2019	3	28.2 ± 5.0	24.9; 34.0	3	-7.1 ± 0.3	-7.5; -6.9
Congressional Cemetery, Washington, DC (1850-1900)	France et al. 2014 <sup>a</sup>	1	26.2		1	-9.9	
Fort-Craig C, New Mexico (1854-1877)	France et al. 2014 <sup>a</sup>	1	26.3		1	-6.4	
Glorieta Pass, New Mexico (1862)	France et al. 2014 <sup>a</sup>	22	28.2 ± 1.0	26.4; 30.1	22	-8.2 ± 2.6	-9.6; -4.4
<b>Total*</b>		<b>31</b>	<b>27.9 ± 1.7</b>	<b>24.9; 34.0</b>	<b>31</b>	<b>-7.3 ± 1.4</b>	<b>-9.9; -4.4</b>
<b>Individuals of African descent</b>							
Robinson Cemetery, Virginia (1775-1875)	France et al. 2019	3	25.5 ± 0.1	25.5; 25.6	3	-3.3 ± 0.6	-4.0; -2.8

Site, location, and date (AD)	Reference	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ vs. VSMOW			$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ vs. VPDB		
		<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
Parkway Gravel, Delaware (1850-1900)	France et al. 2014	1	25.1		1	-3.6	
Mc Arthur Cemetery, Georgia (ca. 1863)	Vanderpool 2011	8	27.0 $\pm$ 0.8	25.3; 27.8	8	-7.1 $\pm$ 2.0	-9.1; -3.4
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>26.5 <math>\pm</math> 1.0</b>	<b>25.1; 27.8</b>	<b>12</b>	<b>-5.8 <math>\pm</math> 2.4</b>	<b>-9.1; -2.8</b>
<b>COMPARATIVE EUROPEAN GROUPS</b>							
<b>France</b>							
Sepvigny, Lorraine (1500-1700)	Daux et al. 2005 <sup>b</sup>	5	26,4 $\pm$ 0,3	26.1; 26.8			
Verdun, Lorraine (1600-1650)	Daux et al. 2005	10	26,6 $\pm$ 0,9	25.5; 27.9			
Épinal, Lorraine (1600-1700)	Daux et al. 2005	5	26,1 $\pm$ 0,6	25.1; 26.9			
Jacobins convent, Rennes, Brittain (17 <sup>th</sup> -18 <sup>th</sup> )	Bataille et al. 2021; Colleter et al. 2021	12	26.4 $\pm$ 0.9	24.4; 27.8	12	-14.0 $\pm$ 1.0	-15.6; -12.9
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>26.4 <math>\pm</math> 0.8</b>	<b>24.4; 27.9</b>	<b>12</b>	<b>-14.0 <math>\pm</math> 1.0</b>	<b>-15.6; -12.9</b>
<b>British Isles</b>							
Sinking of the Mary Rose, Solent (1545)	Bell et al. 2009	18	26.4 $\pm$ 0.8	24.0; 27.6	18	-14.7 $\pm$ 0.7	-16.2; -13.3
Scottish soldiers, prisoners, Durham (1650)	Millard et al. 2020 <sup>b</sup>	13	26.2 $\pm$ 1.6	23.6; 28.1			
St. Luke's, Chelsea, London (late 17 <sup>th</sup> -mid 19 <sup>th</sup> )	Trickett 2006 <sup>a</sup>	24	26.3 $\pm$ 0.6	25.1; 27.7			
Parish Cemetery, Fewston, North Yorkshire (late 18 <sup>th</sup> -19 <sup>th</sup> )	Gowland et al. 2023	30	25.4 $\pm$ 0.5	24.7; 26.5			
Holy Trinity, Coventry (mid-18 <sup>th</sup> -mid 19 <sup>th</sup> )	Trickett 2006 <sup>a</sup>	10	25.5 $\pm$ 0.4	25.0; 26.1			
<b>Total</b>		<b>95</b>	<b>25.9 <math>\pm</math> 0.9</b>	<b>23.6; 28.1</b>	<b>18</b>	<b>-14.7 <math>\pm</math> 0.7</b>	<b>-16.2; -13.3</b>

<sup>a</sup> Probable European immigrants are removed from the dataset (*n* = 13)

<sup>b</sup>  $\delta^{18}\text{O}$  phosphate ( $\delta^{18}\text{O}_p$ ) were transformed to  $\delta^{18}\text{O}$  carbonate ( $\delta^{18}\text{O}_c$ ) following Chenery and colleagues (2012) formula:  $\delta^{18}\text{O}_c = (\delta^{18}\text{O}_p + 9.6849) / 1.0322$

### 3.5. Method

---

Stable isotope analyses were performed at the Stable Isotope Laboratory of the Geotop Research Center (Université du Québec à Montréal, Canada). Oxygen and carbon isotopic compositions are reported as  $\delta = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$  where  $R = {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}$  or  ${}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$  and reported against VSMOW for oxygen and VPDB for carbon (Coplen, 2011). As described in Brand and colleagues (2014) we simplified the notation to  $\delta {}^{18}\text{O}$  and  $\delta {}^{13}\text{C}$  respectively.

Carbonate from tooth enamel was extracted and analyzed without pretreatment (as in Chenery et al., 2012). Still, to reduce soil contamination, the surface layer of enamel was cleaned with a rotary tool. Then, by drilling the entire (buccal or lingual) surface of the previously cleaned dental crown, approximately 2-3 mg of enamel powder was collected. This sample was taken from the entire tooth surface to i) obtain an average value comprising the seasonal and annual variation, and ii) compare similar samples. Acetic acid treatment was omitted because it produces variations in oxygen isotope values (cf. Crowley & Wheatley, 2014; Koch et al., 1997; Pellegrini & Snoeck, 2016). Also, hydroxyapatite in tooth enamel is less susceptible to alteration (Kohn & Cerling, 2002). Finally, a total of 1.2 mg of tooth enamel was weighed into a tin capsule for isotopic analysis.

Enamel carbonate stable isotope analyses were performed using an Isoprime<sup>MC</sup> isotope ratio mass spectrometer in dual injection mode coupled to a Multicarb<sup>MC</sup> system. The reported analytical uncertainty is  $\pm 0.05$  ‰ for both  $\delta {}^{13}\text{C}$  and  $\delta {}^{18}\text{O}$  ( $1\sigma$ ). The  $\delta {}^{18}\text{O}$  results are not transformed into drinking water ( $\delta {}^{18}\text{O}_{\text{DW}}$ ) because this process increases the uncertainty in the value from 0.05 to 1.0 ‰ (as discussed in Vigeant et al., 2022).

Adequate preservation of enamel carbonate was determined either based on dentin carbon to nitrogen ratio (C: N, obtained from Toupin, 2015) or carbonate to phosphate ratio (C/P) analysis with attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR). Well-preserved dentin (C: N between 3.1 and 3.5 van Klinken, 1999) has been demonstrated to indicate well-preserved enamel carbonate (France, Sugiyama, et al., 2020). Enamel carbonate



FTIR analyses were carried out on an Agilent 4500a portable instrument equipped with a single-bounce diamond ATR (as in Vigeant et al., 2022). As recommended by France, Sugiyama, and others (2020, Table 6), C/P ratios between 0.08 and 0.2 were considered to indicate well-preserved samples.

We tested the normal distribution of the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  data for the study sample as well as the comparative one using a Shapiro-Wilks test to determine the homogeneity within each group. Mean differences were tested between the possible cultural identities (three key sites and seven comparative groups), using Mann-Whitney U-tests for each possible pair of group. Statistics and graphs were produced with SPSS version 29 and Excel 2019.

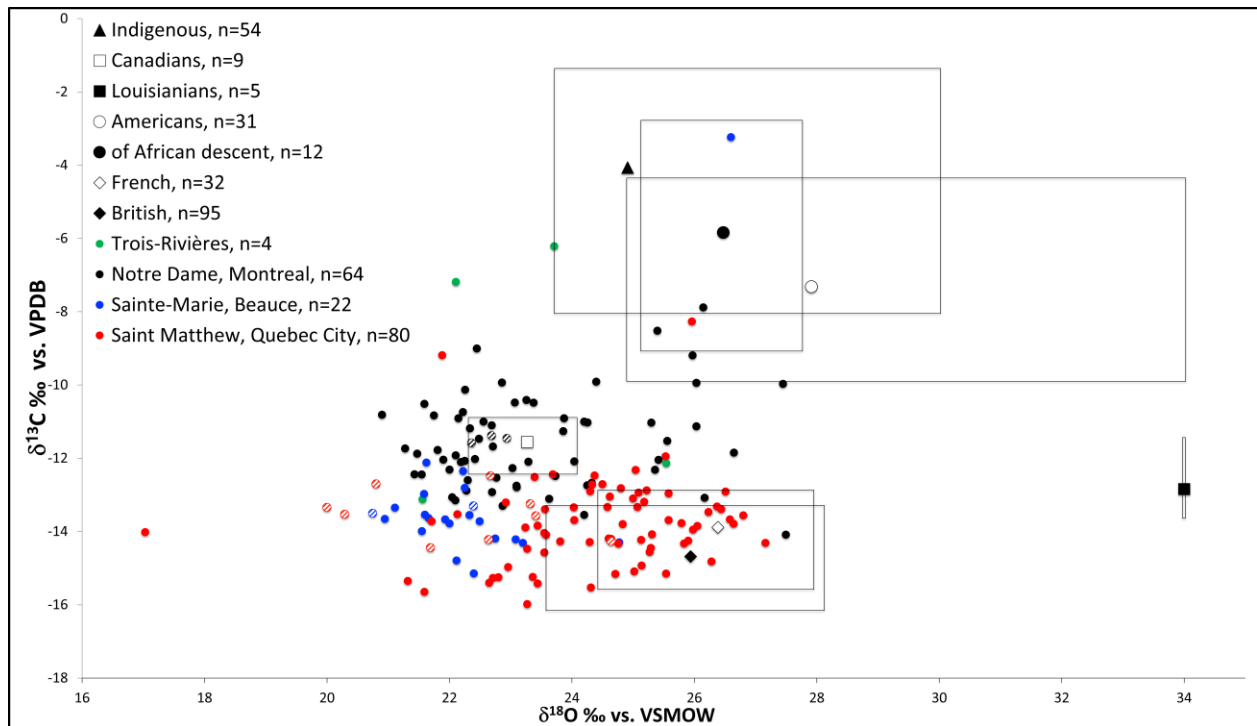
### **3.6. Results**

---

All enamel carbonate stable isotope data and results for diagenesis are presented in detail in Appendix 5 (page 191). The  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  obtained from the four key sites of the St. Lawrence Valley are summarized in Table 7 (page 110) with the comparative data. To address our questions about population diversity through time, we will compare the sites together (Figure 18, page 114) and analyze each one of them separately as they reflect a specific historical context (Figures 19a to 19d, page 115).

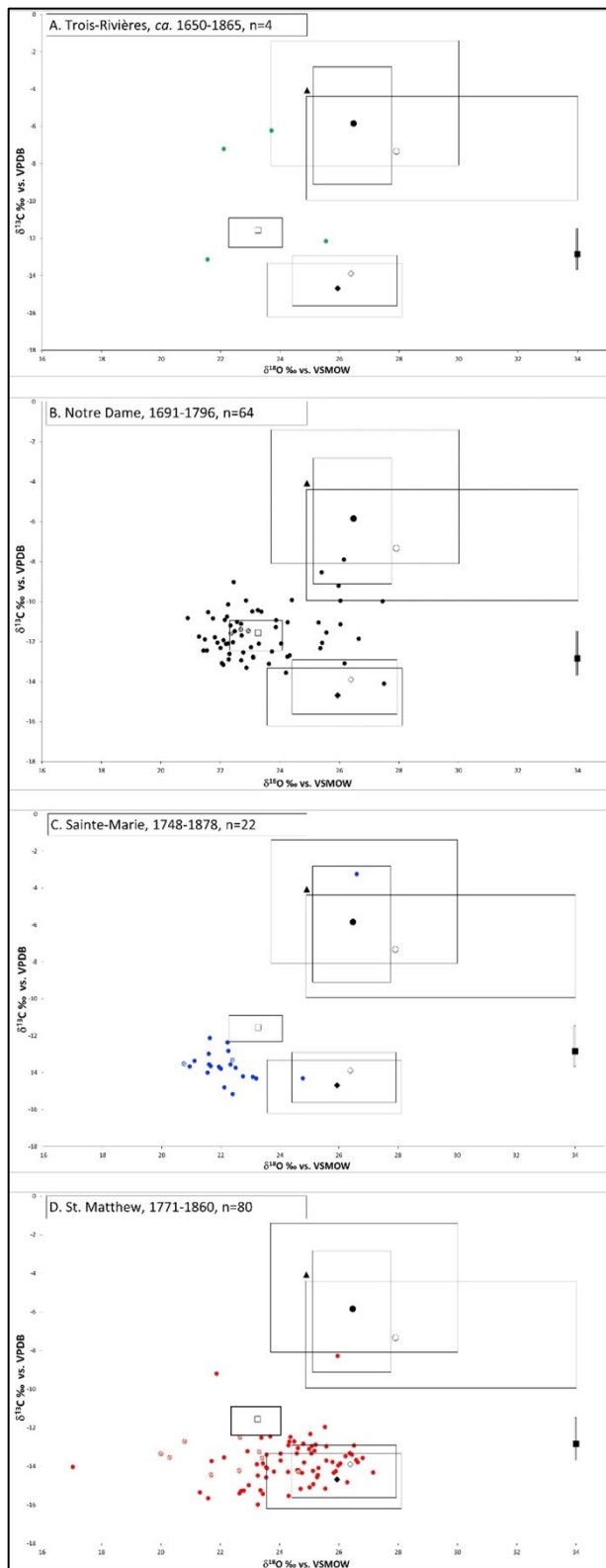
#### **3.6.1. Exploring Cultural Diversity within the St. Lawrence Valley Sites Using Enamel $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$**

For the  $\delta^{18}\text{O}$ , the total variation of the four sites from the St. Lawrence Valley ranges between 17.0 and 27.5 ‰ and between -16.0 and -3.2 ‰ for the  $\delta^{13}\text{C}$ . The  $\delta^{18}\text{O}$  of the 14 children range from 20.0 to 24.6 ‰ (see Figures 19b to 19d, page 115). Thirteen are within or below the variation for Canadians (22.4 to 24.1 ‰), and one child from the St. Matthew sample exceeds the Canadian variation (24.6 ‰). The sites show high heterogeneity within both  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  distributions, suggesting cultural differences among the groups (Figure 18, page 114).



**Figure 18.** Comparison of  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  obtained from tooth enamel carbonate and comparative contemporaneous North American and European sites to explore cultural identities within four sites of the St. Lawrence Valley. Children have lined dots. Means with range of data (rectangles) are included for comparative groups. Louisianians are given an arbitrary  $\delta^{18}\text{O}$  of 34.0 ‰

**3.6.1.1. The Old Trois-Rivières Cemetery (ca. 1650-1865)** Although the sample from the Old Cemetery of Trois-Rivières is very small ( $n = 4$ ), its  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  are rather spread out (between 21.6 and 25.5 ‰ and -13.1 and -6.2 ‰). Three individuals have  $\delta^{18}\text{O}$  within or below the Canadian variation (Figure 19a, page 115). Among them, two individuals have higher  $\delta^{13}\text{C}$  (-7.2 and -6.2 ‰) within the range observed for Indigenous groups (-8.0 to -1.3 ‰) (Figure 19a, page 115; Table 7, page 110). The third individual has a  $\delta^{13}\text{C}$  (-13.1 ‰) below the Canadian range, but within the variation of the other St. Lawrence Valley sites under study (figure 18, page 114). The fourth individual, with a  $\delta^{18}\text{O}$  of 25.5 ‰ and a  $\delta^{13}\text{C}$  of -12.1 ‰ is above the European range (-15.6 to -12.9 ‰), and within the Louisianian variation (-13.7 to -11.5 ‰).



**Figure 19.** Detail of Figure 18 (page 114) for the four sites separately. The children under 10 years of age have lined dots.

- 19a.** Old Cemetery of Trois-Rivières;
- 19b.** Notre-Dame;
- 19c.** Sainte-Marie and
- 19d.** St. Matthew's

**3.6.1.2. The Notre-Dame Cemetery (Montreal, 1691-1796)**

The sample has a  $\delta^{18}\text{O}$  distribution that separates the population into three groups. The first group has 41 individuals with  $\delta^{18}\text{O}$  between 20.9 and 23.4 ‰ (including the three children), within or below the Canadian variation. The second group comprises ten individuals with  $\delta^{18}\text{O}$  between 23.6 and 24.4 ‰, which overlap the Canadian and British variation, although five individuals have a  $\delta^{18}\text{O}$  exceeding the Canadian range. The third group contains 13 individuals with  $\delta^{18}\text{O}$  above 25.3 ‰ (Figures 18, page 114 and 19b, page 115).

The first group, with  $\delta^{18}\text{O}$  within (and below) the Canadian variation, comprises 64 % of the sampled individuals (41 out of 64) (Figure 19b, page 115). The  $\delta^{13}\text{C}$  of these individuals' range from -13.3 to -9.0 ‰. Twenty-two individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  within the range compiled for Canadians (-12.4 to -10.9 ‰). Nine individuals have lower  $\delta^{13}\text{C}$ , within the variation for the diet of Louisianians

(-13.5 to -11.5 ‰), and five of them overlapping the French range. Two individuals have high  $\delta^{13}\text{C}$  similar to Americans (-9.9 to -4.4 ‰), with one of them also being within the variation for individuals of African descent (-9.1 to -2.8 ‰). The remaining eight individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  (-10.8 to -10.1 ‰) which fall between the ranges obtained from Canadians (-12.4 to -10.9 ‰) and Americans (-9.9 to -4.4 ‰).

The second group, with  $\delta^{18}\text{O}$  overlapping the Canadian and the British Isle variation, contains 16 % of the sampled individuals (10 out of 64 individuals) (Figure 19b, page 115). The  $\delta^{13}\text{C}$  of these individuals range from -13.5 to -9.9 ‰. Four of them have  $\delta^{13}\text{C}$  within the range observed for Canadians (-12.4 to -10.9 ‰). Five individuals have lower  $\delta^{13}\text{C}$  within the variation of the Louisianians (-13.5 to -11.5 ‰), with two of them being also within the variation of the French (-12.9 to -15.6 ‰). One individual has a higher  $\delta^{13}\text{C}$  within the range of the Americans (-9.9 to -4.4 ‰).

The third group, encompassing 20 % of the Notre-Dame variation (13 out of 65 individuals), has  $\delta^{18}\text{O}$  higher than 25.3 ‰ (up to 27.5 ‰), with  $\delta^{13}\text{C}$  between -14.1 and -7.9 ‰ (Figure 19b, page 115). Five of these individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  higher than -10.0 ‰ (up to -7.9 ‰), mostly like the American range (-9.9 to -4.4 ‰). Two of them are also within the variation observed for individuals of African descent (-9.1 to -2.8 ‰), and one individual with the higher  $\delta^{13}\text{C}$  (-7.9 ‰) falls within the range of Indigenous groups (-8.0 to -1.3 ‰). Six individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  between -12.3 and -11.0 ‰ and fall within the variation for both Canadians (-12.4 to -10.9 ‰) and Louisianians (-13.7 to -11.5 ‰). Finally, two individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  (-14.1 and -13.1 ‰) falling within the French and British values (-16.2 to -12.9 ‰).

**3.6.1.3. The Sainte-Marie Cemetery (Beauce, 1748-1878)** As shown in Figure 18 (page 114) and 19c (page 115), over 90 % of the sample (or 20 individuals out of 22, including the two children) has  $\delta^{18}\text{O}$  ranging between 20.7 to 23.2 ‰ ( $22.0 \pm 0.7$  ‰), below or within the Canadian variation (22.4 to 24.1 ‰). Overall, the  $\delta^{13}\text{C}$  of these 20 individuals varies between -15.1 and -12.1 ‰ ( $-13.6 \pm 0.7$  ‰), overlapping the ranges for the diet of Canadians, Louisianians and French groups. Only two of them have  $\delta^{13}\text{C}$  falling within the Canadian range (-12.4 and -12.1 ‰). Most of these

locally born individuals have a diet similar to French populations (-15.1 to -12.9 ‰, n=17) (see Table 7, page 110).

Two outliers have high  $\delta^{18}\text{O}$  (26.6 and 24.8 ‰). The first individual also shows a high  $\delta^{13}\text{C}$  (-3.2 ‰), within the range observed for Indigenous people (-8.0 to -1.3 ‰) and individuals of African descent (-9.1 to -2.8 ‰). The second individual has a low  $\delta^{13}\text{C}$  (-14.3 ‰) that falls within the variation observed for Europeans (-16.2 to -12.9 ‰).

**3.6.1.4. The St. Matthew Cemetery (Quebec City, 1771-1860)** The range of the  $\delta^{18}\text{O}$  of the 80 individuals from the St. Matthew's sample (17.0 to 27.2 ‰, Figures 18, page 114 and 19d, page 115) overlap the Canadian, and the American and European ranges. The  $\delta^{13}\text{C}$  are quite homogeneous, as 98 % (or 78 individuals) are between -16.0 and -12.0 ‰ (-13.9  $\pm$ 0.9 ‰). These  $\delta^{13}\text{C}$  are comparable to the 20 Canadians in the Sainte-Marie sample (Mann-Whitney U-test, U: 661.000,  $p = 0.294$ ). Most of them (58 out of 80 or 73 %) have  $\delta^{13}\text{C}$  falling within the British dietary variation (-16.2 to -13.3 ‰). Only three are located within the Canadian ranges for  $\delta^{13}\text{C}$  (between -12.4 to -10.9 ‰).

The St. Matthew's distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  contrasts with the grouped Notre-Dame and the clustered Sainte-Marie  $\delta^{18}\text{O}$  distributions (Figures 19b to 19d, page 115). Nevertheless, it still provides a separation at 24.0 ‰, slightly under the upper range for the Canadian variation. Consequently, 42 % of the sample (or 34 individuals out of 80) has  $\delta^{18}\text{O}$  between 17.0 and 24.0 ‰. One individual has the lowest  $\delta^{18}\text{O}$  of our entire sample, at 17.0 ‰, with a  $\delta^{13}\text{C}$  of -14.0 ‰. Sixteen individuals (including six children) have  $\delta^{18}\text{O}$  between 20.0 and 23.0 ‰. Their  $\delta^{13}\text{C}$  range from -15.7 to -9.2 ‰. The high  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.2 ‰) of one individual is comparable to Americans (-9.9 to -4.4 ‰). The other 15 individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  (-15.7 to -12.5 ‰) lower than the compiled Canadians (-12.4 to -10.9 ‰), 12 fall within the British variation (-16.2 to -13.3 ‰) and three have intermediate  $\delta^{13}\text{C}$  values (-13.2, -12.7 and -12.5 ‰) as observed for New France era, Louisianians (-13.7 to -11.5 ‰). The remaining 17 individuals have  $\delta^{18}\text{O}$  between 23.2 and 24.0 ‰ which fall within the variation measured in Newfoundland (23.2 to 24.1 ‰). Among them, nine individuals are clustering between 23.2 and 23.4 ‰, and eight have  $\delta^{18}\text{O}$  (23.6 to 24.0 ‰) that overlap the range for the British Isles. Only one individual has a  $\delta^{13}\text{C}$  within the Canadian range (-12.4 ‰).

Again, most have  $\delta^{13}\text{C}$  (-16.0 to -13.3 ‰) within the British variation (-16.2 to -13.3 ‰), and two are intermediate (-13.2 and -12.5 ‰).

Conversely, 58 % (or 46 individuals out of 80) have  $\delta^{18}\text{O}$  ranging from 24.3 ‰ to 27.2 ‰ (Figure 19d, page 115). Among this group, one individual with a  $\delta^{13}\text{C}$  of -8.3 ‰ falls within the dietary range for both Americans (-9.9 to -4.4) and individuals of African descent (-9.1 to -2.8 ‰) (Figure 18, page 114). The other 45 individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  ranging from -15.5 to -12.0 ‰. Among them, 31 individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  (-15.5 to -13.3 ‰) within the British variation (-16.2 to -13.3 ‰). The remaining fourteen individuals have  $\delta^{13}\text{C}$  values (-13.2 to -12.0 ‰) that are located within the variation for an early eighteenth century Louisianians site (-13.7 to -11.5 ‰). Also, eight of them, have  $\delta^{13}\text{C}$  falling within the French variation (-15.6 to -12.9 ‰).

### 3.7. Discussion

---

The historical context of the St. Lawrence Valley (e.g., contacts between Indigenous nations and European colonists, conflicts between French and British, presence of enslaved individuals) allows the exploration of the cultural identities. Various hypotheses about cultural identities are proposed here based on the combined data for origin ( $\delta^{18}\text{O}$ ) and diet ( $\delta^{13}\text{C}$ ) at childhood of the individuals from the St. Lawrence Valley sites and from the compiled dataset (i.e., Indigenous, Canadians, Louisianians, Americans, individuals of Africans descent, French and British groups). For some individuals, the proposed cultural identity seems most probable because it is supported by other evidence from either funerary context, morphological traits, or ancient DNA. However, in other cases, more data would be needed to confirm the hypothetical scenarios. Still, overall, the population from the colonial cemeteries from the St. Lawrence Valley sample can be divided into two groups: a large group of individuals of European descent and a few individuals of possible Indigenous or African ancestry. At least 96% of the sample (163 individuals out of 170) appear to be of probable European descent, which can be further differentiated into Canadians, Americans, Louisianians and European immigrants.

### 3.7.1. Mostly Individuals of European Descent within the St. Lawrence Valley, with Multiple Cultural Identities

First, the clearest trend in population composition, over time and space, resides in the proportion of locally born *versus* migrants in the French Catholic and the British Protestant samples. Furthermore, the  $\delta^{13}\text{C}$  spectrum (from -16.0 to -6.2 ‰) between individuals and sites reflects a combination of environmental context, food preferences, disparity in food availability, and religious food restrictions, among other factors, all linked to the cultural identity of the individuals. Thus, cultural identity here is plural.

The cold climate of the Canadian territory produces low  $\delta^{18}\text{O}$  that allows a first division between the individuals most probably born in Canada and the migrants from either other region of North America or Europe. Within the French Catholic Cemeteries, at least 71 % of the individuals sampled were born locally, as shown by 64 individuals out of 90 exhibiting  $\delta^{18}\text{O}$  within the range of the St. Lawrence Valley sites. This trend can be observed as early as the seventeenth century when almost 65 % of the urban sample of Trois-Rivières and Montreal was composed of locally born individuals (44 out of 68). Among the Old Cemetery of Trois-Rivières (*ca.* 1650-1865), two of the three locally born individuals were probably Indigenous based on their consumption of a  $\text{C}_4$ -diet at childhood. A man (12A-S3), dated to 1620-1660 by  $^{14}\text{C}$ , had shovel-shaped incisors, and was buried in a semi-flexed position (Ethnoscop, 2015). The burial of the second probable Indigenous individual, a juvenile man (12A-S9), predates 1710, as it was disturbed during the excavation of the foundation of the sacristy (1710-1713, Ethnoscop, 2015, p. 399). Although, a young woman (12A-S10) presented shovel-shaped incisors, her  $\text{C}_3$ -diet at childhood, suggests that she was probably of French Canadian cultural identity. In the Notre-Dame Cemetery (Montreal, 1961-1796), 41 individuals (out of 64 sampled, or 64%) have  $\delta^{18}\text{O}$  between 20.9 and 23.4 ‰. This range is slightly lower than the  $22.7 \pm 1$  ‰ estimated from the three children of the sample (Vigeant et al., 2022). Their  $\delta^{13}\text{C}$  range between -13.3 and -9.0 ‰. Previous studies suggested the presence of at least eight PIMA individuals in the Montreal sample (B.-Hardy, 2015). Their  $\delta^{18}\text{O}$  below 24.4 ‰, and their  $\delta^{13}\text{C}$  marginal to the sample; either indicating a more  $\text{C}_3$  (-13.5 to -12.5 ‰, n=7) or  $\text{C}_4$  (-9.0 ‰) focused-diet, supported this hypothesis (B.-Hardy et al.,

accepted in 2017). However, recently, at least four of the seven PIMA individuals with a C<sub>3</sub>-diet at childhood were determined to be of European descent by ancient DNA (Martin-Moya, in prep.). The juvenile man (12CC-S3), identified as a PIMA individual, but with a C<sub>4</sub>-diet at childhood, was not analyzed for ancient DNA. Yet, his  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.0 ‰) falls within the variation observed for individuals of African descent, and below the Indigenous groups (-8.0 to -1.4 ‰). Another local juvenile man (4L-S6) with a high  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.9 ‰), was determined, as of European descent, by ancient DNA (Martin-Moya, in prep.). These new ancient DNA data, supports that the diet at childhood for the French Canadians in Montreal ( $\delta^{13}\text{C}$  of -13.3 to -9.9 ‰), may have comprised more maize than previously considered, although the diet was mainly composed of C<sub>3</sub> resources mixed with few (or more) C<sub>4</sub> and/or marine resources. In the later rural cemetery of Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878), the proportion of French Canadians rises to over 90 % (20 individuals out of 22). Their  $\delta^{13}\text{C}$  between -15.1 and -12.1 ‰, suggest a more C<sub>3</sub>-diet at childhood with little or no C<sub>4</sub> and/or marine resources. In 1749, during his trip to Canada, the Swedish explorer-naturalist, Pehr Kalm, observes that on Fridays, Saturdays and during Lent, French Canadians avoid meat consumption following the Catholic tradition, and instead, eggs and fish were consumed (Kalm et al., 1977, p. 188, 298). Therefore, the dietary differences at childhood observed between these (mostly) French Canadian Catholic sites, probably reflect rather their environmental location (and variable access to fish species with high  $\delta^{13}\text{C}$ ) than a non-compliance to religious food restrictions. In addition, SIA interpretation of consumption of marine or lacustrine resources based on  $\delta^{13}\text{C}$  of enamel remain unprecise without dentinal  $\delta^{15}\text{N}$  and/or  $\delta^{34}\text{S}$  analyses.

Regarding the 26 possible migrants from the French Catholic Cemeteries, the  $\delta^{18}\text{O}$  (ranging between 23.6 and 27.5 ‰) overlap North America and Europe. Still, the diet of 23 of them is within the range from North American groups. Seven of these individuals have a  $\delta^{13}\text{C}$  higher than -10.0 ‰ that have not been observed in Europe. One woman from Sainte-Marie (2B11) has a  $\delta^{13}\text{C}$  (-3.2 ‰) within the range for both Indigenous and individuals of African descent. The other six individuals are all from the Notre-Dame Cemetery in Montreal. One individual of unknown sex and age at death (4B1) has a  $\delta^{13}\text{C}$  (-7.9 ‰) within the range of Indigenous groups, individuals of African descent and Americans. Three of the remaining five individuals (a woman [4B-S1], and



two men [4K-S2 and 4C-S2]) were determined to be of European descent by ancient DNA (Harding et al., 2020; Martin-Moya, in prep.), therefore supporting an American cultural identity. During the conflicts opposing the French and the British in the North America colonies, between 1689 and 1760, hundreds of New Englanders were captured and brought to New France as prisoners. Later, some decided to be naturalized French and to convert to Catholicism. More than two-hundreds of them were identified in Montreal by Fournier (1992). Moreover, sixteen individuals have a  $\delta^{13}\text{C}$  at childhood (-13.5 to -10.9 ‰) similar to the Canadian and/or Louisianian dietary variation. Nine of them have a  $\delta^{18}\text{O}$  between 23.7 and 24.3 ‰, supporting an intercontinental migration from the nearby colonies, such as Acadia and Louisiana. The remaining seven individuals have higher  $\delta^{18}\text{O}$  (between 25.3 and 26.6 ‰, with  $\delta^{13}\text{C}$  between -12.3 and -11.0 ‰). These  $\delta^{18}\text{O}$  suggest a long-distance migration either from Louisiana or from France. Although the comparative dataset from France suggests a diet at childhood mostly composed of  $\text{C}_3$ -resources ( $\delta^{13}\text{C}$  of -15.6 to -12.9 ‰), millet, a  $\text{C}_4$ -resource, was consumed regionally, as in Gascony (Flandrin & Montanari, 1996, p. 626). Otherwise, only 3 % of the sample from the French Catholic Cemeteries (or 3 out of 90 individuals, all men) present  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  similar to those observed in France, suggesting they most likely migrated from Europe (two juveniles [12W-S11 and 2G4] and an adult [9B1-S2]).

In contrast, 80 % of the British Protestant sample (64 individuals out of 80) is likely composed of individuals originating from outside of Quebec City. In accordance with the  $\delta^{18}\text{O}$  of the French Canadians in Montreal (20.9 and 23.4 ‰) and in Beauce (20.7 to 23.2 ‰), the range of  $\delta^{18}\text{O}$  (from 20.0 to 23.0 ‰) measured from 16 individuals (including six children) of the St. Matthew population, possibly reflect the colder climate of Quebec City. Thus, only a fifth of the individuals sampled appears to have been born locally. Still, 98 % of the individuals (78 individuals out of 80) have  $\delta^{13}\text{C}$  between -16.0 and -12.0 ‰, a range indicating a diet predominantly composed of  $\text{C}_3$  resources and a dietary similarity between the locals and the migrants within the sampled population. However, among the locals, one man (11A2.8 #1) had a diet at childhood with a high  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.2 ‰), which is slightly under the range for individuals of African descent. Otherwise, one juvenile woman (15B-S36), could have been Inuit, as her  $\delta^{18}\text{O}$  (17.0 ‰) most probably reflects an origin in northern Canada. Yet, comparative  $\delta^{18}\text{O}$  obtained from sixteenth to mid-nineteenth

centuries Inuit's tooth enamel, from Disko Bay, Greenland (latitude 72°N) are higher ( $\delta^{18}\text{O}_\text{P}$  of  $11.6 \pm 0.6$  ‰, transformed to  $\delta^{18}\text{O}_\text{C} = 20.6$  ‰, with Chenery et al., 2012 formula) (Fricke & O'Neil, 1995). However,  $\delta^{18}\text{O}$  as low as 17.4 ‰ were measured from caribou tooth enamel, dating to the fifteen to seventeenth centuries, in Nunalleq, Western Alaska (Gigleux et al., 2019).

Otherwise, among the migrants, at least nine individuals (with  $\delta^{18}\text{O}$  between 23.2 and 23.4 ‰) possibly originated from nearby areas such as Acadia and Newfoundland. This demographic picture (two children, three women and four men), possibly reflects families migrating together. Eight other individuals (four women, four men) with  $\delta^{18}\text{O}$  below 24.0 ‰ could have experienced the same mobility pattern. However, since  $\delta^{18}\text{O}$  as low as 23.6 ‰ were obtained from Scottish soldiers (Millard et al., 2020), they may also have experienced transatlantic migration. Among them, a man (14B12) was buried with two silver Louis in his right hand, both bearing the effigy of Louis XVI. As the king restored the rights of the French Protestants in 1787, therefore, the man (14B12) could have been an exiled Huguenot or a native of the Jersey and Guernsey Islands, as both groups frequented St. Matthew's Church and were buried there (Simoneau, 2003, p. 10). In addition, the 46 individuals with  $\delta^{18}\text{O}$  above 24.3 ‰, most probably originated from Europe. In fact, immigration agents reported that nearly 30,000 immigrants from the British Isles entered through the port of Quebec City each year. One woman (8C2.1 ind. 2) had a  $\delta^{13}\text{C}$  (-8.3 ‰) comparable to Americans. Yet, the family burial pit where she was laid had a gravestone indicating she was the daughter of a merchant from Glasgow (Cloutier, 2000, p. 26). Therefore, her diet possibly reflects consumption of millet and/or sugarcane derivatives during childhood, in addition to high  $\delta^{13}\text{C}$  marine fish.

### **3.7.2. Fewer Indigenous Identified within the St. Lawrence Valley Cemeteries than Expected**

During the first decades of the establishment of New France, the French government relied heavily on Indigenous alliances, mostly Algonquian groups, for both economic and military purposes (Dubois & Morin, 2018). Under the British Regime the alliances were not renewed. However, many merchants were interested in trading furs (Ruddel, 1991, p. 48). In the St.

Lawrence Valley sample, only 4 individuals (out of 170 individuals or 2 %) could have been Indigenous according to SIA.

Two of these possible Indigenous individuals (12A-S3 and 12A-S9) were buried in the Old Cemetery of Trois-Rivières and were dated between 1650 and 1710. One of them, a man (12A-S3) was laid on his back, with his lower limb in a flexed position, suggesting a combination of both Indigenous and Catholics burial practices. Also, offerings were included such as a shell bead necklace, a ceramic Iroquoian pipe, three metal knives (including a crooked knife), 24 musket balls and 10 flints (Ethnoscop, 2015, p. 392). These artifacts suggested that he could have participated in the fur trade and/or warfare along the French. The second (12A-S9) and third (4B1, from Notre-Dame) individuals of possible Indigenous ancestry, will be discussed further in the next section as they may have been enslaved. A fourth individual, in the Sainte-Marie sample, a woman (2B11) of possible Indigenous (or African) descent, could be related to an Abenaki mission opened in 1683, along the Chaudière River (Stanley, 1950, p. 187). The Act of concession indicated that the Abenakis were interested in “embracing” Christianity if lands were made available for maize cultivation (Maurault, 1866, p. 235).

A fifth possible Indigenous individual, a juvenile man (12CC-S3), was previously determined by dental morphology (B.-Hardy, 2015). Yet, his  $C_4$ -diet at childhood, falling within the range for individuals of African descent (-9.0 ‰), is below the range observed for earlier Indigenous nations. His lower  $\delta^{13}C$  could be explained by a dietary shift that occurred between the in seventeenth and eighteenth centuries amongst Indigenous groups following European contacts.

Although, most of the Indigenous identified via SIA in the St. Lawrence Valley sites are from French Canadian Cemeteries, their small number does not allow for an accurate demographic exploration of their presence through time.

### **3.7.3. A bio-archaeological documentation of the presence of enslaved persons in Canada**

The presence of enslaved individuals in the St. Lawrence Valley has been historically documented for both the French and the British Regimes (Trudel & d’Allaire, 2004). As over 80 % of the

enslaved persons were baptized and were often buried as a member of the family (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 187), their presence within the St. Lawrence Cemeteries is to be expected.

During the French Regime, most of the enslaved individuals were Indigenous. They were usually taken at a young age and the life expectancy of a man was around 17 years old (Dupuis, 2021). In the Old Cemetery of Trois-Rivières, the possible Indigenous man (12A-S9) died at 16 years old. A high difference in  $\delta^{13}\text{C}$  between his tooth enamel (-6.2 ‰) and bone carbonate (-13.6 ‰), suggest that he experienced a major and drastic dietary change, from a mostly  $\text{C}_4$ -diet at childhood to a  $\text{C}_3$ -diet in his later years. However, Montreal had most of the enslaved individuals. In the Notre-Dame sample, two possible Indigenous individuals may have been enslaved. The first, one man (12CC-S3) died before the age of 17 years old; and the second individual, of unknown sex and age at death (4B1), with a  $\delta^{18}\text{O}$  (24.4 ‰), may have been brought from a southern origin, such as in the Mississippi Valley where 66.9% of the slaves were taken (according to Trudel & d'Allaire, 2004, p. 84).

During the British Regime, most of the enslaved individuals were of African descent, and located in Quebec City (Dupuis, 2021, p. 48). The man (11A2.8 #1) from the St. Matthew sample could have been of African descent. His  $\delta^{18}\text{O}$  (21.9 ‰) suggests that he could have been a second-generation enslaved individual, born in Quebec, and possibly freed during his lifetime. The Inuit woman (15B-S36) would also have been brought into slavery. She died at the young age of 15 to 17 years old.

Although it is impossible to ascertain whether these five individuals were enslaved, the data nevertheless suggest this hypothesis and therefore, provides a new insight, albeit incomplete, into slavery in Canada.

### **3.8. Conclusion**

---

This study based on the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  of enamel carbonate from 170 individuals buried in four sites in the St. Lawrence Valley (Trois-Rivières, Notre-Dame in Montreal, Sainte-Marie-de-Beauce

and St. Matthew in Quebec City) allowed the investigation of the composition of each population and aspects related to the colonization process.

Consistent with the French colonial reliance on Indigenous alliances, natural growth, and intercontinental migration to increase population, 79 to 87 out of the 90 individuals (or 88 to 97 %) have  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  associated with a North American cultural identity. Among these, approximately 60 individuals were most probably French Canadians, 14 to 22 individuals were of European descent and originated from nearby areas, such as Acadia, Louisiana, or New England, and up to five individuals could have been Indigenous. In contrast, transatlantic migrants constitute most of the St. Matthew's population sample from the British Regime (46 individuals out of 80 or 58 %).

Few Indigenous individuals were possibly identified through SIA of oxygen and carbon, within the French Catholic Cemeteries of the St. Lawrence Valley (maximum 5 out of 170 individuals or 3 %). Although, two of them dated to the mid-seventeenth to early eighteenth centuries, their overall presence is too low to explore variation through time.

Finally, the sample allowed the exploration of the presence of enslaved individuals and prisoners in the St. Lawrence Valley. Four First Nation individuals, three possibly Indigenous and one Inuit, would have experienced this situation. Their death before the age of 17 years old, the drastic dietary change (from  $\text{C}_4$ -resources at childhood to a  $\text{C}_3$ -diet); and a long-distance origin, either possibly from the Mississippi Valley or the northern territories, all point towards this hypothesis. Furthermore, a man, possibly of African descent, could have been born into slavery, in the Quebec City and three to five possible prisoners from New England were identified in Montreal.

Further analyses (e.g., dentine  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{34}\text{S}$ , ancient DNA and morphology) on these skeletal collections as well as comparative ones will help to continue to explore the population diversity in the St. Lawrence Valley.

### 3.9. Acknowledgments

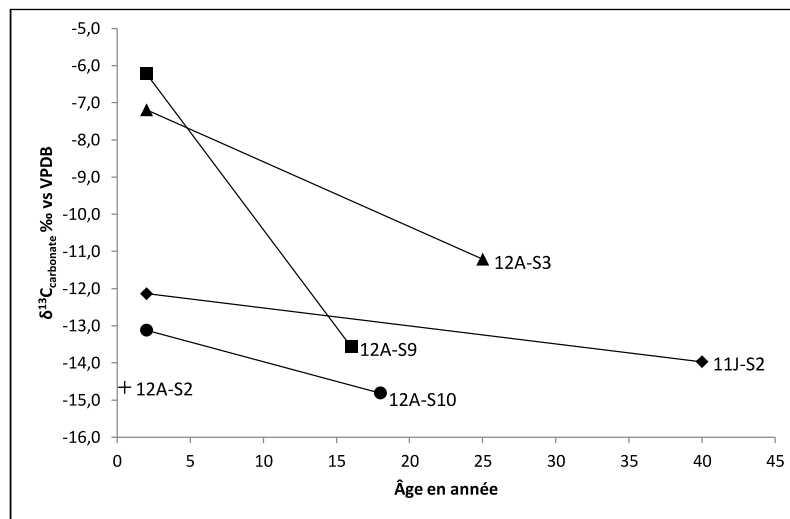
---

This work was supported by a grant from the Social Sciences and Humanities Research Council (# 767-2013-1772), and funding from Groupe de recherche ArchéoScience–ArchéoSociale (AS2) (FQRSC). The authors would like to thank several persons for allowing the present study on various collections: François Bélanger (principal archaeologist, City of Montreal) for Notre-Dame; the parish of Sainte-Marie community for Sainte-Marie-de-Beauce; and Marie-Sol Gaudreau, and Mgr Dennis Drainville (Anglican Diocese of Quebec City), William Moss (archaeologist, Quebec City) and Pr. Réginald Auger (Université Laval) for St. Matthew. Many thanks to Julien Riel-Salvatore and Geneviève Pothier-Bouchard for access to ATR-FTIR spectroscopy (founded by SSHRC Insight Grant 435-2017-1520 and FCI JRELF Canadian Foundation for Innovation Grant #37754 to Julien Riel-Salvatore). The authors would also like to thank Agnieszka Adamowicz (Stable Isotopes Laboratory of the Geotop research center at the Université du Québec à Montréal) for technical support and Miriam Fry for her precious comments and improvements to the English.

*Data Availability Statement.* Complete dataset is available in Appendix 5 (page 191).

## Chapitre 4. Méta-analyse de l'adaptation alimentaire de populations de la vallée du Saint-Laurent des XVIIe au XIXe siècle, à l'aide de la composition isotopique en carbone et azote du collagène et carbone du carbonate osseux

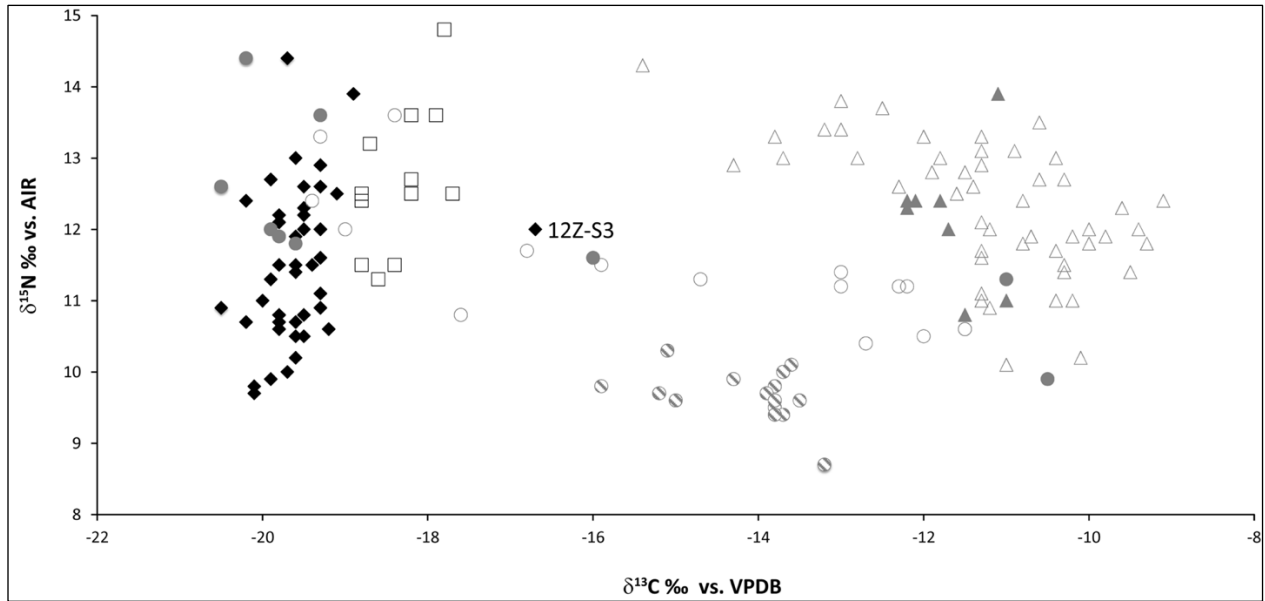
Comme à ce jour, l'étude de l'adaptation alimentaire dans la vallée du Saint-Laurent avait été effectuée sur divers sites séparément, l'idée de réaliser une méta-analyse s'est avérée nécessaire, afin de comparer à travers le temps et l'espace les collections suivantes : le Vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865, n = 5, Ethnoscop, 2015), le cimetière de la première église paroissiale de Montréal (Notre-Dame, 1691-1796, n = 43, Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017) et le cimetière protestant de Saint-Matthew (ville de Québec, 1771-1860, n = 91, Morland, 2009; Toupin, 2015). Bien que l'objectif ait été similaire pour chaque analyse individuelle, le traitement des données a varié en fonction des questions posées. Par exemple, pour le Vieux cimetière de Trois-Rivières (Ethnoscop, 2015) la petite taille de l'échantillon a permis une étude longitudinale de l'alimentation entre l'enfance et l'âge estimé au décès (figure 20, page 127) exposant les changements alimentaires vécus par les individus au cours de leur existence.



**Figure 20.** Changements alimentaires en cours de vie d'individus de l'échantillon du Vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865)

Dans leur article, Vigeant et collaborateurs (2017) ont comparé les  $\delta^{13}\text{C}$  du collagène et du carbonate et  $\delta^{15}\text{N}$  osseux des échantillons montréalais avec des groupes autochtones de la région des Grands Lacs, des colonies de Nouvelle-Angleterre et un échantillon contemporain

français. Il a été conclu en une rétention des traditions alimentaires européennes, bien que l'échantillon comparatif européen était petit et qu'il différait statistiquement pour le carbone (collagène :  $U : 546.000, p < .001$  et carbonate :  $t : -3.018, dl : 54, p = .002$ ) et l'azote ( $t : -3.461, dl : 54, p < .001$ ) (Figure 21, page 128).

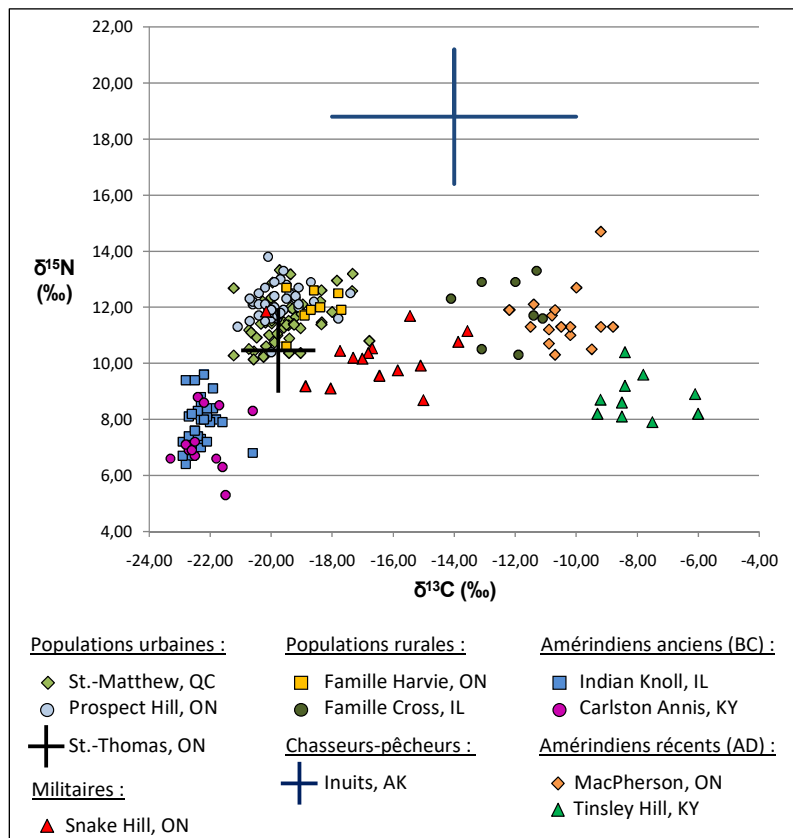


**Figure 21.** Comparaison de l'alimentation à l'âge adulte du échantillon de Notre-Dame (losanges noirs) avec des groupes comparatifs : La Rochelle, France (1765-1792) : rectangles vides, l'île de Jamestown, Virginie, États-Unis (1609-1675) : cercles gris, Patuxent Point, Maryland, États-Unis : cercles gris vides, famille Walton, Connecticut, États-Unis (1750-1830) : cercles gris hachurés, sites autochtones de la région des Grands Lacs, Canada, période pré-contact; Moatfield (1300) et Uxbridge (1360) : triangle gris vides, sites autochtones de la période de contact; Kleinberg (1600) et Ossossane (1636) : triangle gris, graphique tiré de Vigeant et al., 2017, Figure 3

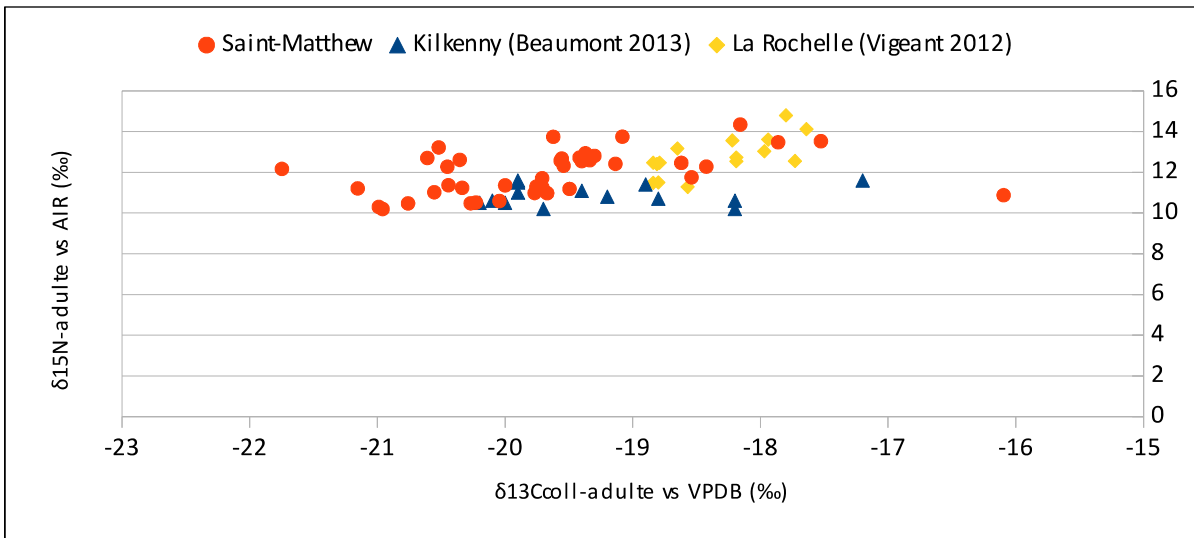
Les deux mémoires de maîtrise ayant étudié l'alimentation de la population anglicane de Saint-Matthew ont aussi utilisé diverses approches. Morland (2009) a comparé cette population avec une série de sites nord-américains, de contexte et d'époques variées (figure 22, page 129). Pour sa part, Toupin (2015) a approfondi la comparaison intersites, en examinant l'alimentation à l'enfance et à l'âge adulte et en produisant des graphiques selon le contexte (canadien, nord-américain, européen et marins britanniques). Un exemple parmi les graphiques de Toupin, notamment concernant l'âge adulte avec les populations européennes contemporaines illustre son approche (figure 23, page 130).



Puisque ces deux populations ont été réinhumées (Saint-Matthew) ou le seront prochainement (Notre-Dame), il était de mise d'accroître l'échantillonnage pour inclure le plus d'individus possibles et ainsi améliorer et nuancer les interprétations. En effet, une révision de ces données, synthétisant les résultats divers en plus d'intégrer les nouvelles données disponibles (dont comparatives), était essentielle pour approfondir la variation spatio-temporelle de l'alimentation au sein des populations coloniales de la vallée du Saint-Laurent.



**Figure 22.** Comparaison de l'alimentation à l'âge adulte d'un échantillon de Saint-Matthew avec dix populations nord-américaines. Populations autochtones ne pratiquant pas l'horticulture : Carlston Annis et Indian Knoll, Kentucky, États-Unis (3000 à 1000 ANE), populations autochtones pratiquant la culture du maïs : MacPherson, Ontario, Canada (1530-1580) et Tinsley Hill, Kentucky, États-Unis et Inuits, Alaska, États-Unis (XXe siècle). Populations européennes : Snake Hill, Fort Erie, Ontario, Canada (1814), Saint-Thomas, Belleville, Ontario, Canada (1821-1874), Prospect Hill, Newmarket, Ontario, Canada (1824-1879), Famille Harvie, North Dumfries, Ontario, Canada (1825-1849) et Famille Cross, Springfield, Illinois, États-Unis (années 1820 à 1849), tiré de Morland 2009, figure 21



**Figure 23.** Comparaison des  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène osseux obtenus pour l'échantillon de Saint-Matthew avec les populations européennes contemporaines de Kilkenny, Irlande (1847-1851) et de La Rochelle, France (1765-1792), tiré de Toupin 2015, figure 50

#### 4.1. Reconstructing colonial diets in the St. Lawrence Valley, Canada: an expansion and reexamination of the isotopic evidence

---

Jacinthe Vigeant, Isabelle Ribot and Jean-François Hélie

Sera soumis à *Journal of Anthropological and Archaeological Sciences*

Jacinthe Vigeant and Isabelle Ribot Département d'anthropologie, Université de Montréal, 3200 Jean-Brillant St., Montréal, Québec H3C 3J7 Canada.

Jean-François Hélie Geotop, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888 succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3P8 Canada.

#### 4.2. Abstract

---

This stable isotopic analysis based on 278 bone collagen ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) and 168 bone carbonate ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) samples originating from the St. Lawrence Valley is an expanded study of dietary adaptation in Canada. The following four burial sites were studied: the Old Catholic Cemetery of Trois-Rivières (1650-1865), the urban Notre-Dame French Catholic cemetery (Montreal, 1683-1803), the rural Sainte-Marie-de-Beauce French Catholic Cemetery (1748-1878) and the urban St. Matthew Anglican Cemetery (Quebec City, 1771-1860). Each population sample suggests a retention of European dietary traditions as observed in comparative North American sites (Louisiana and Ontario). Yet, differences between sites are observed probably in relation to various settings, food preferences and religious food restrictions. The Montreal population's consumption of high trophic level fish suggests compliance with Catholic food proscriptions. The Beauce population's diet reflects its rural environment characterized by  $\text{C}_3$  and low protein resources (as livestock was mainly used for by-products) and freshwater fish. The St. Matthew population's diet seems to indicate a general preference for meat, but also for  $\text{C}_4$  (as sugar cane and rum) and/or marine resources only amongst men and mature adults.

### 4.3. Introduction

---

The settlement processes in northeastern North America had a profound impact on the lives of the individuals involved, both Indigenous and settlers. New diseases, increased conflicts and marginalization took a heavy toll on native populations. European settlers had to adapt their traditional crops (mostly wheat and peas) to a new environment. In New England, pioneers rapidly understood that both soils and climate were better adapted to indigenous corn than to English grains (McMahon, 1985). This new adaptive dietary custom is clearly visible through stable isotope analysis (SIA) of carbon (for example: France et al., 2014; Ubelaker & Owsley, 2003). Maize is significantly enriched in  $^{13}\text{C}$  and is the main  $\text{C}_4$  resource consumed in North America. On the contrary, the SIA of Montreal pioneers, in the northern colony of New France, Canada showed the preservation of European dietary preferences based on bread consumption (Vigeant et al., 2017). In fact, a northern species of wheat adapted well to the short growing season and both heavy and damp soils of the city (Dechêne, 1974). Similarly, the SIA of post-Conquest British Isles migrants in Quebec City also suggested a retention of their culinary preference towards meat (Flandrin & Montanari, 1996; Morland, 2009). To further assess the adaptation of dietary traditions in the seventeenth to nineteenth century St. Lawrence Valley, four colonial populations are compared with various data on Indigenous diet, New France, and New England populations, as well as contemporary Canadian, American, and western European populations.

#### 4.3.1. Diet in the St. Lawrence Valley during colonial times: an isotopic approach

Since the pioneer work of Vogel and van der Merwe (1977), using stable isotope of bone collagen carbon to explore the introduction of maize in New York state, both bone collagen carbon and nitrogen, as well as bone carbonate carbon have been widely used to reconstruct past diets in North America.

Carbon is introduced in the food chain through phytoplankton and plant photosynthesis. In terrestrial settings, plants mainly adopted the  $\text{C}_3$  photosynthetic cycle that result in depleted  $\delta^{13}\text{C}$  (-24 to -36 ‰) and in a lesser proportion the  $\text{C}_4$  cycle, which produces a less depleted  $\delta^{13}\text{C}$

(around -12.5 ‰, Ambrose, 1993; Tieszen & Fagre, 1993). In North America, maize is the main consumed C<sub>4</sub> resource. In marine settings, the enriched oceanic carbon (7 ‰) produces high  $\delta^{13}\text{C}$  in marine resources, intermediate to C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants (Smith & Epstein, 1971). The  $\delta^{13}\text{C}$  of the diet is integrated during bone synthesis, with a diet-tissue fractionation. This results in  $\delta^{13}\text{C}$  enriched by approximately 2 to 5 ‰ in bone collagen and by around 12 to 15 ‰ in bone carbonate (review by France & Owsley, 2015). Bone collagen  $\delta^{13}\text{C}$  (hereafter  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ) has a strong correlation with the protein intake in the diet ( $r^2 = 0.65$ ) while bone carbonate  $\delta^{13}\text{C}$  (hereafter  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) has almost direct relation with the whole diet ( $r^2 = 0.97$ ). These observations led Kellner and Schoeninger (2007) to develop a carbon isotope model for reconstructing diets. Linear regressions were produced based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  obtained from animal controlled-feeding studies. In this model, each regression line reflects the source of protein of the diet, either C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> or marine, while the position on the line suggests the energy source (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> or mixed).

Nitrogen is introduced in the food chain through plants fixing either from symbiotic bacteria of the genus *Rhizobium* or by extracting it directly from ammonia and nitrates in the soil. The first mode results in nitrogen stable isotope concentration ( $\delta^{15}\text{N}$ ) similar to the atmosphere (0 ‰ by convention), while the second mode produces  $\delta^{15}\text{N}$  enriched by 5 to 10 ‰ (Fry, 2007). In aquatic ecosystems, the primary source of N is recycled nitrate, resulting in a  $^{15}\text{N}$  enrichment of 4 to 8 ‰ in phytoplankton (Fry, 2007; Minagawa & Wada, 1984). Then, as the  $\delta^{15}\text{N}$  has the property to accumulate along the food chain, an isotopic fractionation of 3-5 ‰ (Deniro & Epstein, 1981; Minagawa & Wada, 1984) occurs between each level of consumers, resulting in higher  $\delta^{15}\text{N}$  in consumers of marine resources (Schoeninger et al., 1983). The multivariate model developed by Froehle and others (2012) combines  $\delta^{15}\text{N}$  with  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  to produce five clusters of distinct diets.

Diets result from many activities as procuring, preparing, and consuming food and rarely reflect what is locally available (in an ecological sense). They are rather the product of “complex interactions between personal and societal economic, social, and cultural factors” (Britton & Guiry, 2020, p. 427). Although eating is a biological necessity, it is also “a key part of cultural

expression" (Samuel, 1996, p. 13). The study of eating practices can shed light on the structure of a society as well as the social and hierarchical relationships within it (Goodman et al., 1999).

For example, Braudel (1981, p. 129) pointed that "grain was the life of France", showing both the importance of bread consumption in Europe and the country's dependency on exchange and cultivation of cereals. Despite its abundance in France and Europe, wheat was mainly reserved for the elite, as "wheat garnished the purse more than the table" (Braudel 1981, p. 134). The secondary cereals, such as rye, barley, and oats, were consumed by the peasant class and for the poorest, it was millet, rice, maize, and potatoes. The fact that maize was used to feed livestock contributed to undervalue this resource, just as wheat was valued because it was used in religious celebrations for bread during communion (Braudel, 1981). Most of French settlers were Catholic (following the revocation of the Edict of Nantes in 1681 that forbade Protestants from French territory). Thus, 150 days of the year were considered "lean" (Fridays, Saturdays and Lent) and the consumption of meat was proscribed by the Church (Desloges & Courval, 2009). Conversely, the British were very attached to eating meat, in particular to beef: it was by the quality of the beef that they judged the gastronomic level of a country (Flandrin & Montanari, 1996, p. 676; Jonah & Véchambre, 2012).

Previous SIA conducted on the colonial populations of the St. Lawrence Valley observed a dietary continuity with their European traditions. It was also noted that resources were also introduced in various proportions via the Indigenous groups (as maize, pumpkins, melons, and maple sap) and the transatlantic trade (as sugar cane, rum, coffee, tea, and spices). For example, Vigeant and colleagues (2017) observed that French settlers in Montreal (Notre-Dame Cemetery, 1691 to 1796) mostly retained French dietary traditions with a marginal intake of C<sub>4</sub> resources (either maize or sugar cane), although their diet differed from a coastal contemporary French group (La Rochelle). Although bone SIA ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) indicated no differences in relation to sex, women tended to have higher  $\delta^{15}\text{N}$ . Preadults presented lower  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in comparison to older individuals, possibly reflecting a selective mortality phenomenon linked to the historical context, as some children experienced harsh living conditions and dietary deficiencies. On the contrary, the lower  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  of older adults could have indicated a better

social position allowing these individuals to maintain a European-like diet. In a similar way, the Protestants buried in the British Regime cemetery of Quebec City (St. Matthew, 1771-1860) retained their original dietary habits with few C<sub>4</sub> or marine resources (either local or imported) (Morland, 2009; Toupin, 2015). Bone SIA ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) perceived no differences in relation to sex. Children showed lower mean values than adults for both isotopes, leading Morland (2009) to conclude that the latter could have consumed a larger portion of meat and imported food. Additionally, comparison between individuals locally-born and first generation migrants indicated lower  $\delta^{15}\text{N}$  in the former group, suggesting less protein in the diet of the second-generation (or more) Europeans immigrants (Toupin, 2015).

#### **4.3.2. Objectives of the present study**

In this paper, we will reexamine and amplify previous conclusions about past dietary variations within the St-Lawrence Valley on a period of three centuries (Morland, 2009; Toupin, 2015; Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017). To further explore the dietary adaptations in this region, with possible shifts or retentions, through time and space, the dataset is expanded, and new groups are added. Samples dating back to the French Regime, include the Old Cemetery of Trois-Rivières (1650-1865), the Notre-Dame Cemetery (Montreal, 1691-1796) and the Sainte-Marie Cemetery (Beauce, 1748-1878). These are compared to the British Regime cemetery of St. Matthew (Quebec City, 1771-1860). The following two questions are addressed:

1. Does the diet vary within the St-Lawrence Valley, between and within each site in relation to the age, the sex and the “cultural identity” of the individuals (i.e., locally born Canadian, migrant from North America, New Englander, and European immigrant as developed in Vigeant et al. submitted)? In addition, are the environmental setting (urban *versus* rural) and/or the religious food restrictions (Catholic *versus* Protestant) the cause of the variation?
2. How does the diet of the colonial populations of the St-Lawrence Valley resemble and/or differ from the various comparative groups in the North America and Europe? As the new

dataset is here expanded, subtle similarities and/or differences might be detected between the groups, to better understand dietary adaptations.

To answer these two questions, first, inter- and intra-site dietary variation will be explored within the St-Lawrence Valley. Finally, the samples under focus will be compared with historically related North American and European groups to test further the continuity and discontinuity in dietary traditions.

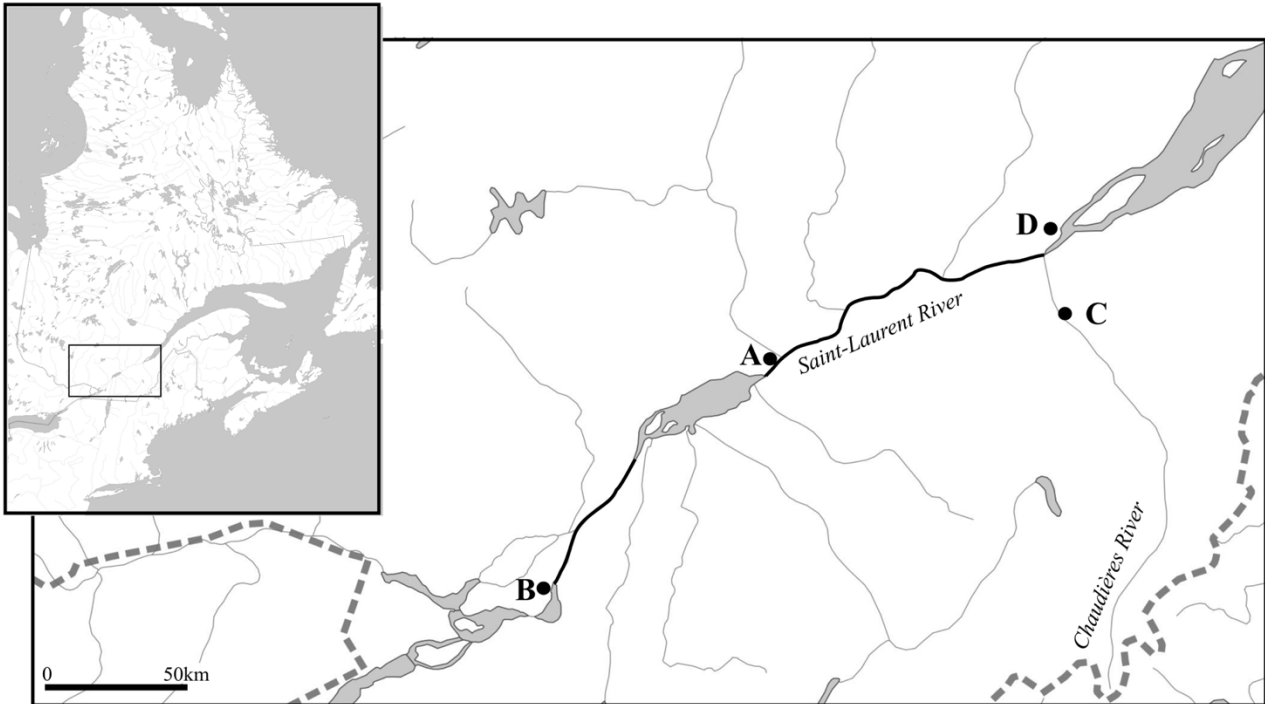
#### 4.4. Materials

Bone samples were selected from skeletal collections originating from four key sites located along the St. Lawrence River (Figure 24, p. 137). The Old Trois-Rivières Catholic Cemetery (1650-1865), the Notre-Dame Catholic Cemetery (Montreal, 1691-1796) and the Sainte-Marie Catholic Cemetery (Beauce, 1748-1878) are dating back to the New France Era. Lastly, the St. Matthew Protestant Cemetery (Quebec City, 1771-1860) is associated with the establishment of the British Regime. These collections cover three centuries of colonial settlement experiences along the St. Lawrence Valley. A total number of 297 individuals has been analyzed. Table 8 (page 136) presents the size of the samples according to the site and basic demographic data (age-at-death and sex).

**Tableau 8.** List of the sites under focus with the number of individuals analyzed

Site (date)	Setting	Number of individuals										
		Children	Young adults			Mature adults			Adults			Total
			♀	♂	?	♀	♂	?	♀	♂	?	
Old Trois-Rivières (ca. 1650-1865)	Small city	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	5
Notre-Dame, Montreal (1691-1796)	Large city	5	7	10	7	11	12	1	1	4	67	125
Sainte-Marie, Beauce (1748-1878)	Rural village	0	0	2	0	10	3	0	2	0	5	22
St. Matthew, Quebec City (1771-1860)	Large city	46	9	16	2	22	39	4	3	2	2	145





**Figure 24.** Location of the St. Lawrence Valley burial sites under study: A) The Old Trois-Rivières Catholic Cemetery (1650-1865), B) Notre-Dame Catholic cemetery (Montreal, 1691-1796), C) Sainte-Marie Catholic cemetery (Beauce, 1748-1878), D) and St. Matthew Protestant cemetery (Quebec City, 1771-1860)

#### **4.4.1. The Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865)**

The cemetery associated with the first Catholic parish Church is located within the founding center of Trois-Rivières (established in 1634). The sample consists of five individuals that were excavated and analyzed by Robert Larocque for various aspects (funerary practices, morphological dental traits) and Vigeant (for SIA) (Ethnoscop, 2015). The individual (12A-S3) was dated to between 1650 and 1660 by  $^{14}\text{C}$ . Semi flexed position, funerary offerings, shovel-shape incisors, and  $\text{C}_4$  diet at childhood suggested that the 20–30 years old man was probably Indigenous. A young man (12A-S9), buried before 1710, also reflected a  $\text{C}_4$  diet at childhood indicating ancestry similar to previous individual. A young woman (12A-S10), a mature man (11J-S2) and a breastfed infant (under 6 months of age, 12A-S2), were probably of European origin according to SIA (Ethnoscop, 2015).

#### **4.4.2. The Notre-Dame's Cemetery (Montreal, 1691-1796)**

This site corresponds to the burial ground associated with the first Catholic parish church built in 1672 in Montreal (Arkéos, 2008, p. 7). Prior bone SIA on the Notre-Dame skeletal collection investigated the diet of 82 individuals (Ribot et al., 2016; Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017). The sample under study has been increased here to a total number of 126 individuals. An isotopic exploration of the population composition, by place of origin and diet at childhood indicated that at least, 87 % of the individuals sampled originated from North America (or 56 out of 64 individuals) (Vigeant et al. submitted). Out of these individuals, two of them could be Indigenous according to morphological dental traits and SIA. Otherwise, most individuals would have been locally born (probably French Canadians,  $n = 40$ ), North American migrants (from Acadia or Louisiana,  $n = 9$ ), from the New England colonies (probably prisoners,  $n = 5$ ) and two were most probably Europeans. Sex and age for adults were determined by using various methods (see Vigeant et al., 2017), and age-at-death for subadults was estimated following Scheuer and Black (2007).

#### **4.4.3. The Sainte-Marie Cemetery (Beauce, 1748-1878)**

The Sainte-Marie Cemetery correspond to the first and unique burial ground in the village for the period between 1748 and 1878 (Ethnoscop, 2006). The sample correspond to 22 individuals. Prior SIA on enamel carbonate concluded that this sample reflected a rather homogenous rural population, with mostly locally born individuals (90% or 20 individuals out of 22, Vigeant et al., submitted). Both sex and age were determined by using various standard methods (as in Vigeant et al., 2017).

#### **4.4.4. The St. Matthew's cemetery (Quebec City, 1771-1860)**

The St. Matthew Cemetery was the first Protestant burial ground that opened up following the British Regime. It was located in Quebec City, the main administrative center at the time. The sample includes a total number of 145 individuals: 91 individuals were previously analyzed isotopically for bone collagen (Morland, 2009, Toupin, 2015), and 40 (out of the 91 individuals)

were also analyzed for bone carbonate (Toupin, 2015). Contrary to the French Regime sites, the St. Matthew sample is composed of a large proportion of transatlantic migrants (at least 58 % or 46 out of 80 individuals, Vigeant et al., submitted), and only 16 individuals would have most likely been born in the city. Both sex and age estimations were compiled from Morland (2009), Caron (2013) and Toupin (2015).

#### **4.4.5. Comparative dataset: contemporaneous Indigenous, Canadian, American and European groups**

To better understand the St. Lawrence Valley's diet, on both spatial and temporal scales, the isotopic data under focus are compared with several groups from the North America and Europe (details in Table 9, p. 140). First samples were selected from Indigenous sites from the Great Lakes area, dated to late thirteenth century to 1636 (Harrison & Katzenberg, 2003; Pfeiffer et al., 2014; Schwarcz et al., 1985) and from the Beothuk of Newfoundland (Harris et al., 2019). Second, a series of European colonists samples were used for the following periods and regions: the early eighteenth century in New France (Acadia: Garlie, 2022; and Louisiana: compiled in Danforth et al., 2013); the period between late seventeenth to nineteenth centuries in Canada (Newfoundland: Garlie, 2022; Harris, 2015; Munkittrick et al., 2019; and Ontario: Emery et al., 2015; Katzenberg, 1991; Katzenberg et al., 2002; Katzenberg & Pfeiffer, 1995; Raynor & Kennett, 2008); the seventeenth century in New England (Ubelaker & Owsley, 2003); and the period between the eighteenth and nineteenth centuries in the United States, for Americans (France et al., 2014; France, Owsley, et al., 2020) and for individuals of African descent (Bruwelheide et al., 2020; France et al., 2014; France, Owsley, et al., 2020). Finally, contemporaneous European sites from France (Colleter et al., 2019; Gutierrez et al., 2019; Jaouen, 2012; Vigeant et al., 2017) and the British Isles (England: Beaumont et al., 2013; Bleasdale et al., 2019; Gowland et al., 2023; Müldner & Richards, 2007; Nitsch et al., 2010; Roberts et al., 2012; Trickett, 2006; and Ireland: Beaumont et al., 2013) were also included. In total, 1518 compiled individuals were used for comparison in the present study.

**Tableau 9.** Summary of bone collagen  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  and bone carbonate  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  from four key sites of the St. Lawrence Valley and comparative data from contemporaneous North American and European sites

Sites and date	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}\text{‰ vs. VPDB}$			$\delta^{15}\text{N}\text{‰ vs. AIR}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰ vs. VPDB}$		
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865)	5	-18.8 ± 2.1	-20.5; -15.2	5	11.4 ± 0.5	11.0; 12.3	5	-13.6 ± 1.5	-14.8; -11.2
Notre-Dame Cemetery, Montréal (1691-1796) *	114	-19.5 ± 0.5	-20.6; -16.2	114	11.5 ± 1.0	7.3; 14.4	98	-12.2 ± 0.9	-14.8; -10.2
Sainte-Marie Cemetery, Beauce (1748-1878)	22	-20.5 ± 0.4	-21.1; -18.9	22	10.4 ± 0.7	9.4; 12.5	14	-15.8 ± 0.7	-16.7; -14.3
St. Matthew's Cemetery, Quebec City (1771-1860)	135	-19.6 ± 1.0	-21.5; -16.6	135	12.0 ± 1.1	10.1; 15.4	90	-12.2 ± 1.2	-16.0; -9.0
<b>COMPARATIVE DATASET FOR NORTH AMERICA</b>									
Indigenous from the Great Lakes area, Ontario, Canada, (1250-1636)									
Staines Road Ossuary, York, (1250-1300) <sup>a</sup>	4	-12.6 ± 1.0	-14.1; -11.9	4	11.9 ± 0.9	10.6; 12.8			
Teston Road, Vaughan (1450-1500) <sup>a</sup>	6	-12.1 ± 1.0	-12.5; -11.8	6	11.2 ± 0.4	10.7; 11.8			
Uxbridge Site, Durham (1450-1500) <sup>b</sup>	9	-10.8 ± 0.5	-11.3; -10.1	9	11.1 ± 0.7	10.1; 12.0	9	-4.9 ± 0.5	-5.4; -4.1
Kleinberg Ossuary, York (1580-1610) <sup>c</sup>	3	-12.0 ± 0.3	-12.2; -11.7	3	12.2 ± 0.2	12.0; 12.4	3	-5.4 ± 0.0	-5.4; -5.4
Ossossane Ossuary, Simcoe (1636) <sup>b</sup>	5	-11.5 ± 0.5	-12.1; -11.0	5	12.1 ± 1.3	10.8; 13.9	5	-5.1 ± 0.7	-5.9; -4.1
<b>Total Indigenous from the Great Lakes area</b>	<b>27</b>	<b>-11.6 ± 0.9</b>	<b>-14.1; -10.1</b>	<b>27</b>	<b>11.6 ± 0.9</b>	<b>10.1; 13.9</b>	<b>17</b>	<b>-5.0 ± 0.5</b>	<b>-5.9; -4.1</b>
Indigenous from Newfoundland, Canada (post 1700)									
Beothuk <sup>d</sup>	15	-14.8 ± 0.6	-16.6; -13.8	15	16.7 ± 1.6	13.3; 20.5			
Acadians, Canada, New France era (late 17th-1723)									
St. Luke, Newfoundland (late 17th) <sup>e</sup>	4	-18.1 ± 0.9	-19.0; -16.9	4	13.6 ± 0.7	12.7; 14.3			
Block 3, Louisbourg, Nova Scotia (1713-1723) <sup>f</sup>	25	-18.2 ± 2.1	-21.6; -11.6	25	11.7 ± 2.9	4.6; 18.6			
<b>Total Acadians</b>	<b>29</b>	<b>-18.2 ± 1.9</b>	<b>-21.6; -11.6</b>	<b>29</b>	<b>11.9 ± 2.8</b>	<b>4.6; 18.6</b>			
Louisianians, Mississippi, New France era (1719-1723)									
Moran Site, Biloxi (1719-1723) <sup>g</sup>	26	-19.1 ± 2.4	-20.8; -7.8	26	10.7 ± 1.7	7.9; 13.7			
Newfoundlanders, Canada (1750-1825)									
Southside Cemetery, St. John, NFL (1750-1825) <sup>h</sup>	24	-19.3 ± 1.0	-20.6; -17.2	24	11.7 ± 1.2	9.5; 14.7			
St. Paul Cemetery, Harbour Grace, NFL (1764-1820) <sup>h</sup>	17	-17.1 ± 0.8	-19.3; -15.6	17	15.6 ± 2.1	11.4; 20.1			
Wester Point Cemetery, Portugal Cove, NFL, (date unknown) <sup>i</sup>	6	-18.1 ± 1.9	-21.0; -16.5	6	13.7 ± 3.1	8.9; 16.2			
Fox Trap 2, Foxtrap, NFL, (date unknown) <sup>f</sup>	13	-17.4 ± 0.5	-18.4; -16.3	13	16.4 ± 1.4	14.2; 18.3			
<b>Total Newfoundlanders</b>	<b>60</b>	<b>-18.1 ± 1.4</b>	<b>-20.6; -15.6</b>	<b>60</b>	<b>14.0 ± 2.7</b>	<b>9.5; 18.3</b>			
Ontarians, Canada (19 <sup>th</sup> century)									

Sites and date	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}\text{‰ vs. VPDB}$			$\delta^{15}\text{N}\text{‰ vs. AIR}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰ vs. VPDB}$		
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
Harvie Family Cemetery, North Dumfries (19 <sup>th</sup> ) <sup>j</sup>	15	-18.7 ± 1.0	-20.9; -16.5	15	11.9 ± 1.0	10.3; 13.9			
Snake Hill, Fort Erie (1812) <sup>k</sup>	28	-16.5 ± 1.9	-20.2; -13.1	28	9.9 ± 1.5	7.6; 15.0			
Smith Knoll, Stoney Creek Battle (1812) <sup>l</sup>	18	-18.2 ± 2.3	-20.8; -13.5	18	11.1 ± 0.7	9.7; 12.3	18	-10.8 ± 1.7	-12.8; -7.1
St. Thomas Anglican Cemetery, Belleville (1821-1874) <sup>m **</sup>	434	-19.4 ± 0.7	n.a.	132	11.1 ± 1.4	n.a.			
Prospect Hill, Newmarket (1824-1879) <sup>n</sup>	40	-19.7 ± 0.7	-21.2; -17.4	40	12.2 ± 0.6	10.4; 13.8			
<b>Total Ontarians*</b>	<b>101</b>	<b>-18.4 ± 2.0</b>	<b>-21.2; -13.1</b>	<b>101</b>	<b>11.3 ± 1.4</b>	<b>7.6; 15.0</b>	<b>18</b>	<b>-10.8 ± 1.7</b>	<b>-12.8; -7.1</b>
New Englanders, United States (1609-1680)									
Jamestown, Jamestown Island, Virginia (1609-1675) <sup>o</sup>	10	-17.1 ± 3.9	-19.4; -11.5	10	11.8 ± 1.6	10.4; 13.6	10	-9.1 ± 1.1	-10.6; -7.3
Patuxent, Solomon, Maryland (1658-1680) <sup>o</sup>	16	-15.3 ± 2.9	-20.5; -10.5	16	11.6 ± 0.9	8.7; 14.4	16	-10.1 ± 2.4	-12.5; -5.1
<b>Total New Englanders</b>	<b>26</b>	<b>-16.0 ± 3.4</b>	<b>-20.5; -10.5</b>	<b>26</b>	<b>11.7 ± 1.2</b>	<b>8.7; 14.4</b>	<b>26</b>	<b>-9.4 ± 1.8</b>	<b>-12.5; -5.1</b>
Americans, US (1700-1900)									
Walton Family, Connecticut (1750-1850) <sup>p</sup>	16	-14.1 ± 0.8	-15.9; -13.2	16	9.7 ± 0.4	8.7; 10.3	16	-9.0 ± 0.7	-10.0; -7.3
Woodville Cemetery, Delaware (1790-1850) <sup>p</sup>	7	-12.0 ± 1.5	-14.3; -10.1	7	11.1 ± 0.6	10.3; 12.0	6	-7.2 ± 0.8	-8.1; -6.1
Foscue Plantation, Pollocksville, North Carolina (1800-1849) <sup>p, q</sup>	4	-13.4 ± 0.7	-14.3; -12.7	4	11.1 ± 0.5	10.5; 11.7	4	-8.7 ± 0.5	-9.2; -8.2
Trinity Catholic Church, Washington DC (1800-1850) <sup>p</sup>	6	-12.3 ± 1.0	-13.8; -10.8	6	11.2 ± 1.0	9.7; 12.5	6	-7.7 ± 0.6	-8.4; -6.8
Kincheloe Cemetery, Virginia (1830-1860) <sup>p</sup>	2	-11.3 ± 1.1	-12.1; -10.5	2	13.1 ± 0.2	12.9; 13.2	2	-7.4 ± 1.8	-8.7; -6.1
Hilleary Cemetery, Upper Marlboro, Maryland (1850-1899) <sup>q</sup>	7	-14.3 ± 0.8	-15.8; -13.2	7	10.2 ± 0.8	9.0; 11.2	7	-9.8 ± 0.7	-11.0; -8.7
Congressional Cemetery, Washington DC (1850-1900) <sup>p</sup>	34	-16.0 ± 1.2	-18.0; -12.7	34	10.9 ± 0.7	9.6; 12.2	34	-10.7 ± 1.4	-12.9; -6.0
Fort Craig-C, Socorro, New Mexico (1854-1877) <sup>p</sup>	23	-15.8 ± 2.7	-19.7; -10.9	23	11.2 ± 0.8	9.3; 12.7	23	-9.5 ± 2.3	-12.7; -5.2
Glorieta Pass Battle, New Mexico (1862) <sup>p</sup>	9	-13.1 ± 1.6	-16.0; -12.2	9	10.6 ± 0.4	10.1; 11.5	9	-8.5 ± 1.7	-10.6; -7.0
<b>Total Americans</b>	<b>108</b>	<b>-14.7 ± 2.2</b>	<b>-19.7; -10.1</b>	<b>108</b>	<b>10.8 ± 0.9</b>	<b>8.7; 13.2</b>	<b>100</b>	<b>-9.4 ± 1.9</b>	<b>-12.9; -5.2</b>
Individuals of African descent, US (1700-1900)									
Pettus, Virginia (1700-1800) <sup>p</sup>	9	-10.7 ± 2.1	-15.2; -8.2	9	10.1 ± 0.8	9.1; 11.7	9	-7.4 ± 1.5	-9.9; -5.0
A.P. Hill, Virginia (1730-1830) <sup>p</sup>	4	-10.9 ± 2.1	-13.8; -9.2	4	10.4 ± 0.6	9.7; 11.2	4	-5.7 ± 0.4	-6.2; -5.2
Robinson Cemetery, Virginia (1775-1875) <sup>q</sup>	2	-12.7 ± 3.2	-14.9; -10.4	2	11.1 ± 0.4	10.8; 11.3			
Catoctin Furnace, Maryland (late 18 <sup>th</sup> -early 19 <sup>th</sup> ) <sup>r</sup>	24	-13.7 ± 1.5	-17.2; -10.5	24	9.8 ± 1.0	7.5; 11.7	24	-9.0 ± 1.2	-10.8; -5.3
First African Baptist Church, Philadelphia (1824-1842) <sup>p</sup>	5	-15.0 ± 2.3	-17.0; -12.4	5	10.4 ± 0.9	8.8; 11.1	5	-9.4 ± 2.5	-11.5; -5.8
Parkway Gravel, Delaware (1850-1900) <sup>p, q</sup>	4	-13.2 ± 1.9	-15.3; -11.5	4	10.3 ± 0.5	9.7; 10.8	4	-8.2 ± 1.8	-9.9; -6.2
<b>Total individuals of African descent, US</b>	<b>48</b>	<b>-12.9 ± 2.3</b>	<b>-17.2; -8.2</b>	<b>48</b>	<b>10.1 ± 0.9</b>	<b>7.5; 11.7</b>	<b>46</b>	<b>-8.4 ± 1.8</b>	<b>-11.5; -5.0</b>
<b>COMPARATIVE DATASET FOR EUROPE</b>	<b>23</b>								

Sites and date	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}\text{‰ vs. VPDB}$			$\delta^{15}\text{N}\text{‰ vs. AIR}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰ vs. VPDB}$		
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
French, France (1606-1792)									
Charenton, Ville de Saint-Maurice (1606-1685) <sup>s</sup>	12	-19.4 ± 0.4	-20.0; -18.9	12	12.0 ± 1.0	10.4; 13.7			
Jacobins Convent, Rennes, Bretagne (17th-18th) <sup>t</sup>	48	-19.3 ± 0.4	-20.0; -18.1	48	13.0 ± 0.9	10.9; 15.1			
Saint-Laurent de Grenoble Church, Rhône-Alpes (17th-18th) <sup>u</sup>	42	-19.6 ± 0.2	-20.2; -19.1	42	8.4 ± 1.1	6.4; 10.9			
Hospital Protestant Cemetery, La Rochelle (1765-1792) <sup>v</sup>	15	-18.3 ± 0.4	-18.8; -17.6	15	12.8 ± 1.0	11.3; 14.8	13	11.7 ± 0.4	-12.5; -10.9
<b>Total French</b>	<b>117</b>	<b>-19.3 ± 0.5</b>	<b>-20.2; -17.6</b>	<b>117</b>	<b>11.3 ± 2.3</b>	<b>6.4; 15.1</b>	<b>13</b>	<b>11.7 ± 0.4</b>	<b>-12.5; -10.9</b>
British, British Isles (1523-1857)									
Queen's Chapel of the Savoy, London (1523-1854) <sup>w</sup>	66	-19.4 ± 0.9	-21.1; -13.0	66	12.2 ± 0.9	9.9; 14.4			
All Saints, York (1538-late 16th) <sup>x</sup>	12	-19.1 ± 0.4	-19.7; -18.4	12	12.6 ± 0.9	11.2; 14.1			
Mary Rose sinking, Solent (1545) <sup>y</sup>	18	-19.4 ± 0.3	-20.0; -18.9	18	11.4 ± 1.0	9.1; 13.3			
St. Luke's, Chelsea, London (late 17th-mid 19th) <sup>z</sup>	31	-18.9 ± 0.3	-19.7; -15.0	31	12.7 ± 0.6	11.0; 13.6			
Christ Church Spitafields, London (1729-1857) <sup>aa</sup>	92	-18.8 ± 0.5	-19.6; -16.9	92	13.3 ± 0.6	12.1; 15.3			
Royal Naval Hospital Haslar, Gosport (1753-1826) <sup>ab</sup>	30	-20.1 ± 0.7	-21.2; -17.8	30	11.9 ± 0.6	10.8; 13.2			
Royal Naval Hospital, Plymouth (1762-1824) <sup>ab</sup>	50	-18.8 ± 1.0	-20.9; -16.2	50	11.1 ± 1.4	7.6; 14.0			
Parish Church Cemetery, Fewston, North Yorkshire (late 18th- 19th) <sup>ac</sup>	73	-20.0 ± 0.7	-21.3; -17.9	73	11.3 ± 1.0	8.6; 13.2			
St. Barnabas/St. Mary Abbots, London (1831-1853) <sup>x</sup>	24	-19.0 ± 0.7	-20.3; -17.8	24	13.5 ± 0.7	11.9; 15.2			
Lukin Street, London (1843-1854) <sup>ad</sup>	118	-19.1 ± 0.7	-21.0; -15.9	118	12.9 ± 1.1	9.5; 17.4			
Holy trinity, Coventry (mid-18th-mid-19th) <sup>z</sup>	13	-19.3 ± 0.4	-19.9; -18.4	13	12.1 ± 0.5	11.3; 13.0			
Kilkenny Union Workhouse, Ireland (1847-1851) <sup>ad</sup>	20	-18.9 ± 1.4	-20.5; -16.2	20	10.6 ± 0.7	8.7; 11.6			
<b>Total British</b>	<b>527</b>	<b>-19.2 ± 0.9</b>	<b>-21.1; -13.0</b>	<b>527</b>	<b>12.3 ± 1.2</b>	<b>7.6; 17.4</b>			

<sup>a</sup> Pfeiffer et al. (2014); <sup>b</sup> Harrison & Katzenberg (2003); <sup>c</sup> Schwarcz et al. (1985); <sup>d</sup> Harris et al. (2019); <sup>e</sup> Harris (n.d. cited in Garlie 2022); <sup>f</sup> Garlie (2022); <sup>g</sup> Danforth et al. 2013; <sup>h</sup> Munkittrick et al. (2019); <sup>i</sup> Harris (2015); <sup>j</sup> Katzenberg (1991, data reproduced in Katzenberg & Grauer, 2018); <sup>k</sup> Raynor & Kennett (2008); <sup>l</sup> Emery et al. (2015); <sup>m</sup> Katzenberg et al. (2002); <sup>n</sup> Katzenberg & Pfeiffer (1995); <sup>o</sup> Ubelaker & Owsley (2003); <sup>p</sup> France et al. (2014); <sup>q</sup> France et al. (2020); <sup>r</sup> Bruwelheide et al. (2020); <sup>s</sup> Gutierrez et al. (2019); <sup>t</sup> Colleter et al. (2019); <sup>u</sup> Jaouen (2012); <sup>v</sup> Vigeant et al. (2017); <sup>w</sup> Bleasdale et al. (2019); <sup>x</sup> Müldner & Richards (2007); <sup>y</sup> Bell et al. (2009); <sup>z</sup> Trickett (2006); <sup>aa</sup> Nitsch et al. (2010); <sup>ab</sup> Roberts et al. (2012); <sup>ac</sup> Gowland et al. (2023); <sup>ad</sup> Beaumont et al. (2013)

\* Mean and range after removing data that were rejected based on quality control

\*\*  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  from Saint Thomas Anglican Cemetery, in Belleville, Ontario (1821-1874, Katzenberg et al., 2002) were not available. Considering the size of the sample, it is considered as a second comparative group from Ontario for graphic purposes

## 4.5. Methods

---

Stable isotopic analyses were conducted at the Stable Isotopes Laboratory of the Geotop Research Centre (Université du Québec à Montréal, Canada). Carbon and nitrogen isotopes are reported as  $\delta = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$  where  $R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$  or  ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$  and the standards are VPDB for carbon and AIR for nitrogen (Coplen, 2011). As described in Brand et al. (2014), the notations were simplified to  $\delta {}^{13}\text{C}$  and  $\delta {}^{15}\text{N}$  respectively.

### 4.5.1. Bone collagen extraction

Prior to treatment, bone samples are manually cleaned as described in the section above. They are then put in a 1 % HCl solution that is changed every two days until the absence of production of  $\text{CO}_2$  (usually between 7 and 14 days). The process ends with a triple rinse with deionized water. Organic contaminants are removed using a 0.125 M NaOH (sodium hydroxide) solution for 20 hours where the solution is changed every two hours. Then, samples are rinsed three times with deionized water and freeze-dried for 72 hours. Finally, between 1.0 and 1.2 mg of material is weighed in tin cups and analyzed using an Isoprime 100<sup>TM</sup> isotope ratio mass spectrometer coupled to an Elementar Vario MicroCube<sup>TM</sup> elemental analyzer in continuous flow mode. Raw data are normalized using two in-house reference materials (normalized using IAEA-N1, N-2 & N 3). The reported analytical uncertainty for  $\delta {}^{13}\text{C}$  is  $\pm 0.1$  ‰ and  $\pm 0.2$  ‰ for  $\delta {}^{15}\text{N}$  (1  $\sigma$ ).

### 4.5.2. Bone carbonate extraction

First, bones were manually cleaned with a toothbrush. Then, they were repeatedly and separately immersed in an ultrasound bath for 10 minutes at a time until the water remained clear. Organic matter was removed by soaking samples in a 2 % NaOCl (bleach) solution for 48 hours (as in Garvie-Lok et al., 2004). The acetic acid step was omitted due to previous aberrant data obtained following immersion, for four hours, in a 0.1 M solution. Then bone samples were rinsed three times under deionized water to cease reaction and freeze-dried for 72 hours. Finally, a total of 1.2 mg of bone powder was weighed in tin capsule for isotope analysis. Seventy-three

samples were analyzed in duplicates and 27 in triplicates (or more). Bone carbonate isotope analyses were done using an Isoprime<sup>MC</sup> isotope ratio mass spectrometer in double injection mode coupled with a Multicarb<sup>MC</sup> system. The reported analytical uncertainty is  $\pm 0.05$  ‰ for  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  (1  $\sigma$ ).

During bone carbonate analyses, 20 samples from the St. Matthew's Cemetery produced abnormal M/Z 45/44 and 46/44 signals. Also, differences in extraction method used by Toupin (2015) for bone collagen (i.e., use of a 5 % HCL concentration, see Vigeant et al., 2021) and bone carbonate (i.e., untreated samples) produced  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  data that were incompatible with our results (Mann-Whitney: U: 3.5 and 1.0, respectively, both  $p < .001$ ). Therefore, these data were excluded from this study.

Adequate preservation of bone collagen was assessed based on molar C: N (between 3.1 and 3.5, van Klinken 1999) and bone carbonate was determined using attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR) as described in Vigeant et al. (2022). For bone carbonate a C/P ratio between 0.05 and 0.32 (France, Sugiyama et al. 2020, Table 6) was considered to indicate well-preserved samples.

Shapiro Wilks tests were used to assess the normality of the samples under study. Then, Student T-test or Mann-Whitney U-test were used to test the mean differences between the four sites and between groups of age-at-death, sex, and cultural identities, within each site, with a minimum sample size of 4 individuals. The statistics and graphs are performed with SPSS version 29 and Excel 2021. Bivariate and multivariate graphs were produced following models developed by Kellner and Schoeninger (2007) and Froehle et al. (2012).

#### **4.6. Results**

---

The results for the 297 individuals from the four sites located along the St. Lawrence River are presented in detail in the Supplemental Material. Five bone collagen and three bone carbonate data are removed from the following sections due to preservation issues (C: N of 3.6 to 3.9) or variation between replicates exceeding 2 ‰. Thus, four individuals are excluded from the sample

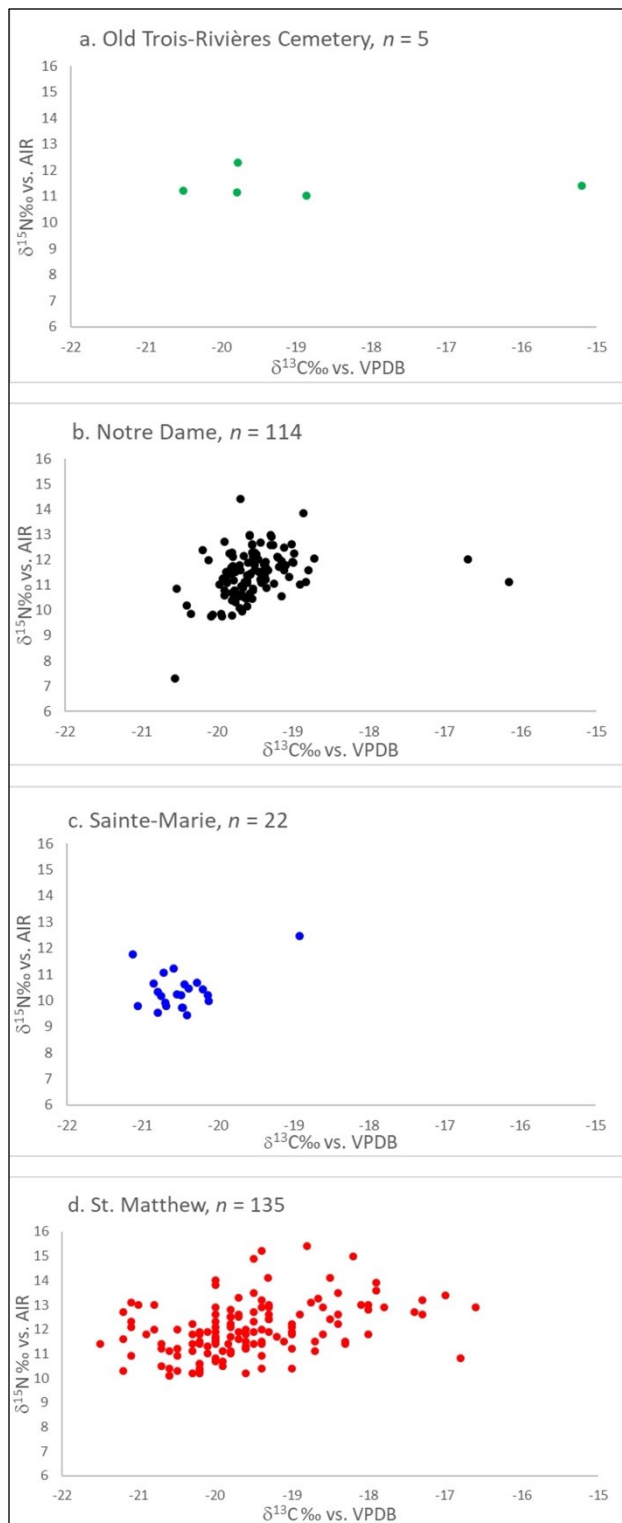


(all from the Notre-Dame sample). The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  are summarized in Table 9 (p. 140) along with the comparative data. To address the two questions about dietary adaptation through time and space, first, the differences between sites and within each site of the St. Lawrence Valley sample are explored (Figures 25a-d, p.146; and 26a-d, p. 147). Then, the four sites are compared with compiled data (Figure 27, p. 150 and 28, p. 151). The complete statistics are provided in the supplementary data (Annexe 8, p. 211).

#### 4.6.1. Dietary variation in the St. Lawrence Valley

The isotopic variation for the 293 individuals from the four sites ranges between -21.5 and -15.2 ‰ for the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ , between 7.3 and 15.4 ‰ for the  $\delta^{15}\text{N}$  and between -16.7 and -9.0 ‰ for the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  (Table 9, p. 140). Although small, the Old Trois-Rivières sample presents homogenous  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  distributions (Figure 25a, p. 146). On the contrary, the three main sites have heterogeneous  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  distribution (Figure 25b, c and d). Based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  distribution, the Old Trois-Rivières sample differs from every other St. Lawrence Valley sample (Figure 27, page 150). Yet, the Sainte-Marie sample differs from every other site, based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  distributions. On the contrary, the two urban sites, Notre-Dame, in Montreal and St. Matthew, in Quebec City, have similar  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  distribution, and differs based on  $\delta^{15}\text{N}$  (Figure 27). Overall, the urban Protestant St. Matthew sample shows the highest  $\delta^{15}\text{N}$  of the St. Lawrence Valley samples, in contrast to the Sainte-Marie sample that has the lowest  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  (Figure 27).

***Diet in the urban Old Trois-Rivières Cemetery*** The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  of four of the individuals are between -20.5 and -18.9 ‰ (-19.7 ± 0.7 ‰) with an outlier (12A-S3) at -15.2 ‰ (Figure 25a, p. 146). Similarly, the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  of the same four individuals range between -14.8 and -13.6 ‰ (-14.3 ± 0.6 ‰), with 12A-S3 being the highest, at -11.2 ‰. Both  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  indicates, on the carbon isotope model, a diet with marine or C<sub>4</sub> proteins and more C<sub>4</sub> energy, comparatively to C<sub>3</sub> protein and energy for the other individuals (Figure 26a, p. 147).



**Figure 25.** Detail of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  for the four key sites separately.

**25a.** Old Cemetery of Trois-Rivières;

**25b.** Notre-Dame;

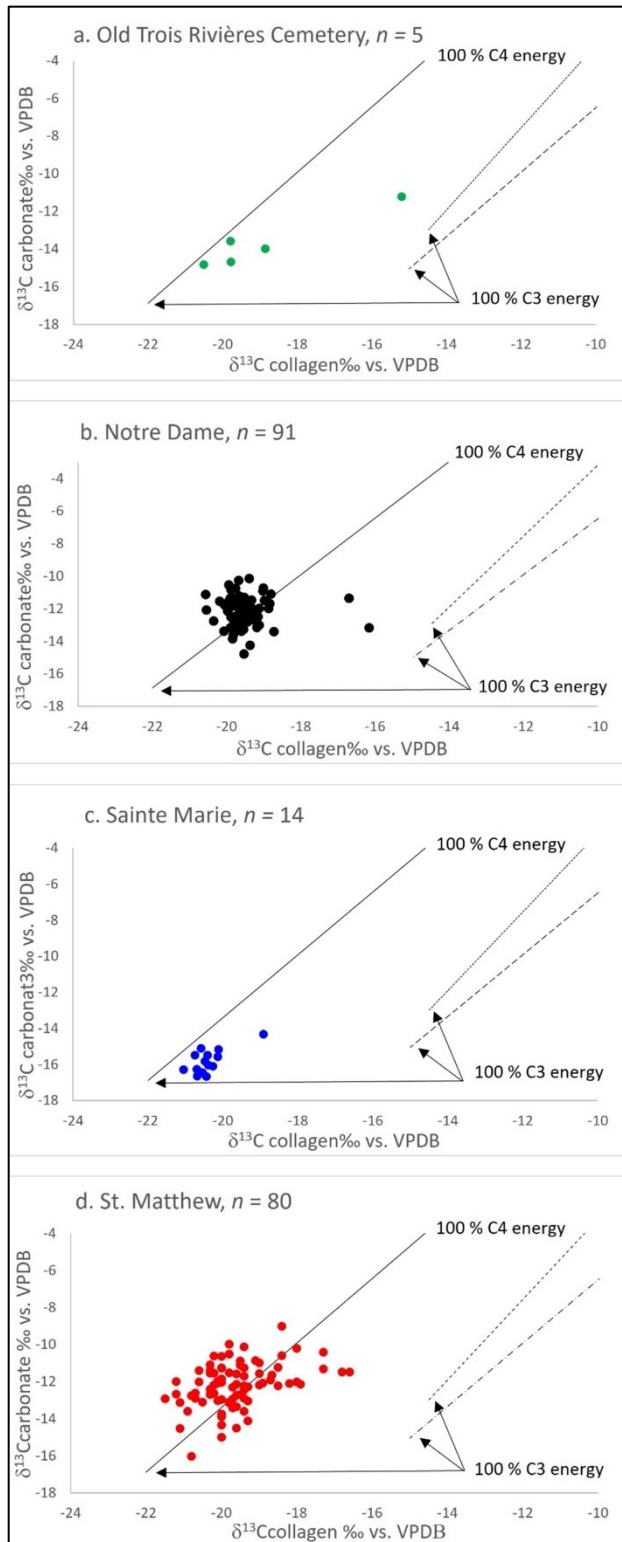
**25c.** Sainte-Marie; and

**25d.** St. Matthew

All individuals from the Old Trois-Rivières Cemetery have  $\delta^{15}\text{N}$  ranging between 11.0 and 12.3 ‰ ( $11.4 \pm 0.5$  ‰)

***Diet in the urban Notre-Dame Cemetery*** As

presented in Figure 25b (page 146), the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  of the majority of the individuals (112 out of 114 individuals in total) are within -20.9 and -18.7 ‰ ( $-19.6 \pm 0.4$  ‰); two individuals have highest values (-16.7 and -16.2 ‰). The  $\delta^{15}\text{N}$  of most individuals vary between 9.8 and 13.0 ‰ ( $11.4 \pm 0.8$  ‰, 110 out of 114 individuals). Two outliers have lower  $\delta^{15}\text{N}$  (7.3 and 8.5 ‰) and two present higher values (13.9 and 14.4 ‰) than the remaining individuals. When the two individuals with the highest  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  are removed, the data fall on a trend line with a slope of 1.4 ( $r^2 = 0.3$ ). The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  are spread out between -16.6 and -10.2 ‰ ( $-12.2 \pm 1.0$  ‰). When plotted on the carbon isotope model (Figure 26b, p. 147), the group clusters around the  $\text{C}_3$  protein line with a mostly  $\text{C}_3$  energy diet, although possibly mixed with more  $\text{C}_4$  resources than the other St. Lawrence Valley groups. The two individuals with the highest  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  are located between the  $\text{C}_3$  and the



**Figure 26.** Detail of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  following the carbon isotope model from Kellner and Schoeninger 2007, the lines

represent diet with  $\text{C}_3$  (full), marine (dotted) or  $\text{C}_4$  (dashed) proteins

**26a.** Old Trois-Rivières Cemetery;

**26b.** Notre-Dame;

**26c.** Sainte-Marie and

**26d.** St. Matthew

marine protein lines. When the groups by age-at-death, sex and “cultural identity” are compared, many differences emerge. Based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ , the children ( $-19.6 \pm 1.2 \text{‰}$ ,  $n = 5$ ) and the young adults ( $-19.5 \pm 0.8 \text{‰}$ ,  $n = 23$ ) both differ from the mature adults ( $-19.3 \pm 0.6 \text{‰}$ ,  $n = 22$ ) ( $U = 21.000$ ,  $p = 0.31$  and  $U = 155.000$ ,  $p = .025$ , respectively). Also, the French Canadians ( $n = 31$ ) differ from the North Americans (i.e., Acadians or Louisianians,  $n = 8$ ) based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  ( $-12.1 \pm 0.6$  and  $-12.7 \pm 0.5 \text{‰}$ , respectively,  $t = 2.547$ ,  $p = .008$ ), and from the New Englanders ( $n = 4$ ) based on  $\delta^{15}\text{N}$  ( $11.4 \pm 1.0$  and  $12.4 \pm 0.7 \text{‰}$ , respectively,  $t = -1.883$ ,  $p = .034$ ).

**Diet in the rural Sainte-Marie Cemetery.** For the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ , 95% of the sample (21 individuals out of 22) between  $-21.1$  and  $-20.1 \text{‰}$  ( $-20.6 \pm 0.3 \text{‰}$ ) (Figure 25c, p. 146). Similarly, the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  varies mostly between  $-16.6$  and  $-15.1 \text{‰}$  ( $-15.9 \pm 0.5 \text{‰}$ ). Only one individual (2F5) has slightly higher  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$

(- 18.9 ‰),  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  (-14.3 ‰) and  $\delta^{15}\text{N}$  (12.5 ‰) than the remaining individuals. Otherwise, the  $\delta^{15}\text{N}$  range between 9.0 and 11.8 ‰ (10.2  $\pm$  0.6 ‰). Following the carbon isotope model, they all have a very  $\text{C}_3$  protein and energy diet (Figure 26c, p. 147). No difference between site could be observed due to the small size of the groups by age, sex and “cultural identity”.

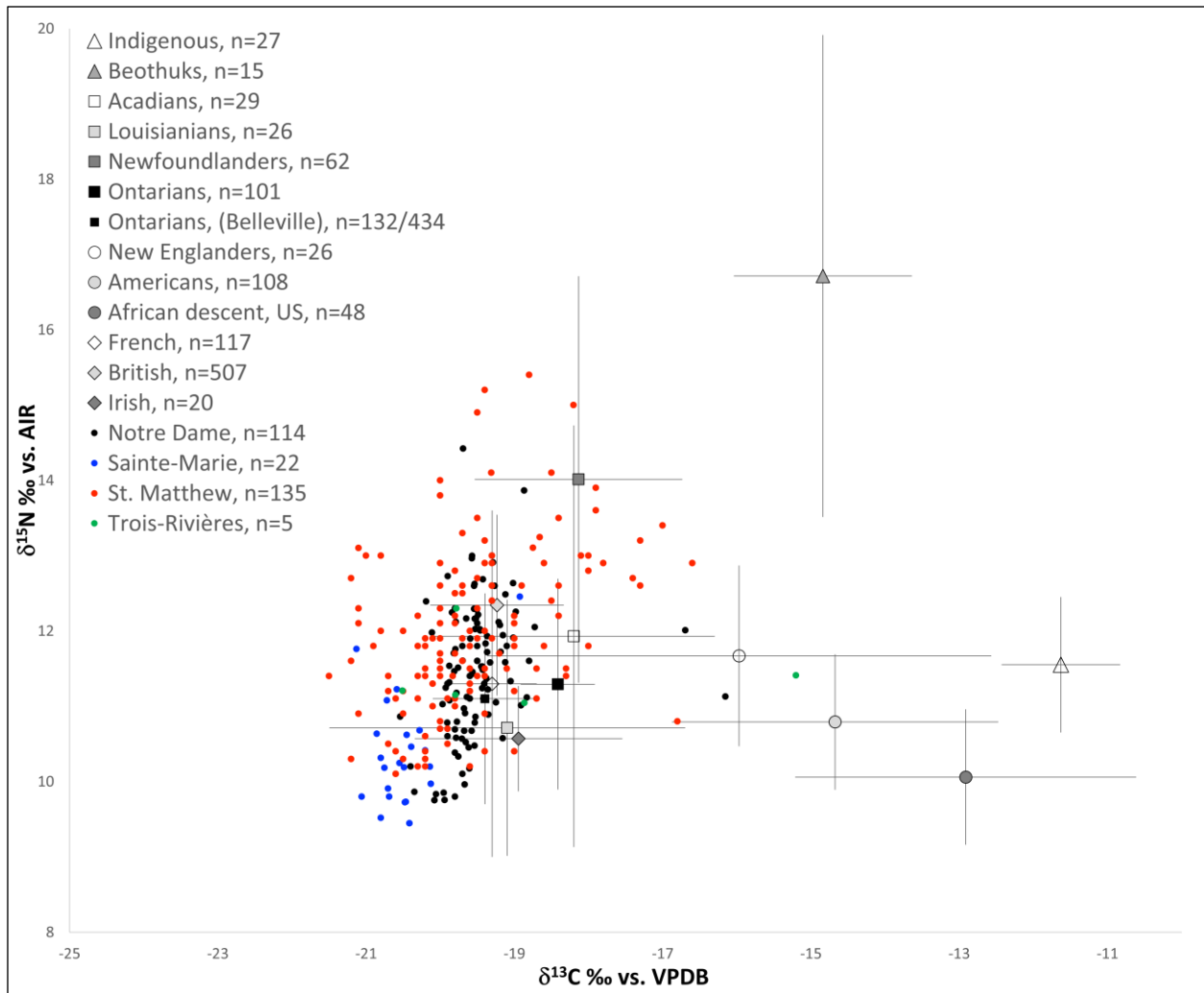
**Diet in the urban St. Matthew Cemetery.** The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  distribution are rather spread (Figure 24d, p.146). The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  distribution range from -21.5 to -16.6 ‰, and the mean is only slightly higher (-19.6 ‰) than the median (-19.7 ‰). This is also observed for the  $\delta^{15}\text{N}$  (range: 10.1 to 15.4 ‰; mean: 12.0 ‰; median: 11.9 ‰) as well as for the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  (range: -16.0 and -10.9 ‰; mean: -12.8 ‰; median -12.7 ‰). Using the Kellner and Schoeninger (2007) model, most individuals are loosely clustered along the  $\text{C}_3$  protein line, and two individuals point towards the marine protein line (Figure 26d, p. 147). The energy source is mostly  $\text{C}_3$ , although individual variation is also slightly directed towards  $\text{C}_4$  resources. When differences between groups are tested, the mature adults (-19.3  $\pm$  1.0 ‰,  $n = 61$ ) differ from both the children ( $n = 44$ ) and the young adults ( $n = 24$ ) based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  (both at -19.8  $\pm$  0.9 ‰,  $U = 855.500$ ,  $p = .002$  and  $U = 457.500$ ,  $p = 0.007$ , respectively). Similarly, the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  distributions differ between the men (-19.3  $\pm$  1.0 ‰,  $n = 53$ ) and the women (-19.8  $\pm$  1.0 ‰,  $n = 32$ ) differs ( $t = -2.400$ ,  $p = .009$ ). Finally, based on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ , the diet of the locally born Canadians (-20.0  $\pm$  0.8 ‰,  $n = 12$ ) and the Europeans immigrants (-19.5  $\pm$  1.0 ‰,  $n = 44$ ) are significantly different ( $t = -2.648$ ,  $p = .006$ ).

#### **4.6.2. The St. Lawrence Valley’s diets compared to nearby groups, colonies and European sites**

The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  data collected on 276 individuals from the seventeenth to nineteenth centuries St. Lawrence Valley are compared with the large compiled comparative data set (Table 9, p. 140, Figure 27, p. 150). The distributions of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values obtained from the Old Trois-Rivières Cemetery shows similarities with the majority of the comparative groups, despite a few differences. For example, its  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  distribution differs from those observed for the Indigenous groups ( $t = -7.518$ ,  $p < .001$ ) and Americans ( $t = -4.207$ ,  $p < .001$ ). The Old Trois-Rivières  $\delta^{15}\text{N}$  distribution also differs from the following four groups: the Louisianians ( $t = 1.786$ ,

$p < .001$ ), the Newfoundlanders ( $t = -6.238$ ,  $p = < .001$ ), the British ( $U = 608.000$ ,  $p = .038$ ) and Irish ( $t = 2.430$ ,  $p = .012$ ). Finally, based on both  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  distribution, Old Trois Rivières is different from two other groups too: the Beothuks ( $t = -4.194$ ,  $p = .006$  and  $t = -7.245$ ,  $p < .001$ , respectively) and individuals of African descent in the United States ( $t = -5.620$  and  $t = 3.314$ , respectively and both  $p < .001$ ).

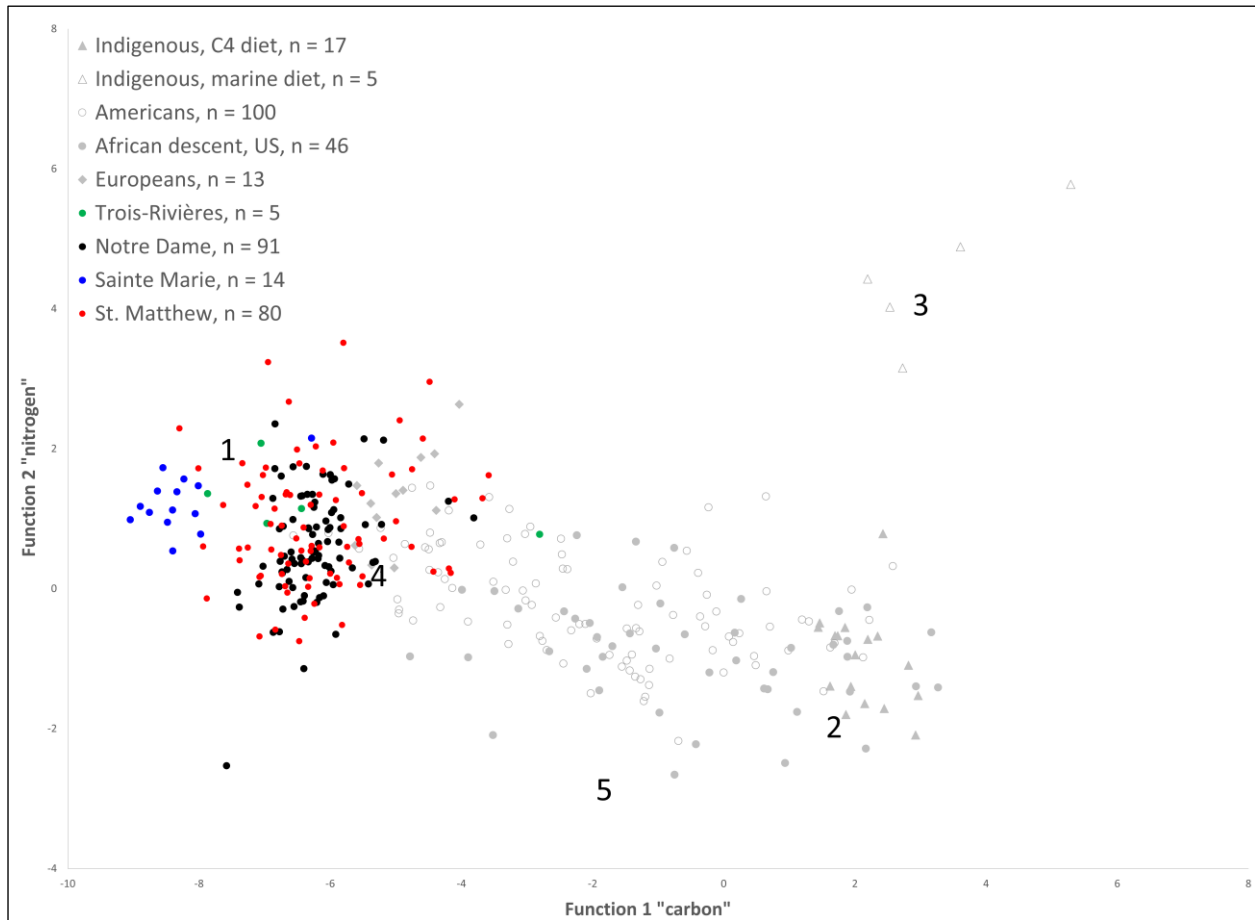
On the contrast to the previous site of Old Trois-Rivières, the three other St. Lawrence Valley sites (Notre-Dame, Sainte-Marie and St. Matthew) mostly display isotopic data differing from the comparative groups. Based on  $\delta^{13}\text{C}$ , the Sainte-Marie sample differs from every comparative group ( $p < .001$ , see details in Annexe 8, p. 211). Moreover, with the exception of the Louisianians and the Irish groups, the other comparative groups also all differ from the Notre-Dame and the St. Matthew sample ( $p \leq .001$ , see details in Annexe 8, p. 211). Based on the  $\delta^{15}\text{N}$  distribution, the Louisianians, the Irish and the individuals of African descent in the United States, are similar to the Sainte-Marie sample. However, both urban samples, Notre-Dame (Montreal) and St. Matthew (Quebec City), are similar to the Indigenous groups from the Great Lake Regions, the Acadians, the New Englanders and the French. In addition, the Montreal sample is similar to the groups from Ontario.



**Figure 27.** Comparison of the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  for dietary reconstruction in the St. Lawrence Valley sites. To simplify the chart, each comparative groups is represented by its mean and standard deviation ( $1\sigma$ )

The comparison of the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  measured on 207 individuals from four St. Lawrence Valley sites with neighbouring groups, colonies and European sites indicates that they all have different distributions. However, the addition of the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  to the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  data allows the dietary reconstruction through the use of the multivariate model developed by Froehle, et al. (2012) (Figure 28, p. 151). Accordingly, the diets in the St. Lawrence Valley sites vary between 70 and 100 %  $\text{C}_3$  and 0 to 30 %  $\text{C}_4$  resources with 65 to 100 %  $\text{C}_3$  protein. They are more  $\text{C}_3$  diet/protein than all the other comparative groups. The urban samples from Notre-Dame and St. Matthew well overlap this range of variation, with some individuals pointing towards a diet

composed of more marine resources, while Sainte-Marie's sample diet is mainly composed of C<sub>3</sub> diet and protein and therefore less diverse.



**Figure 28.** Reconstruction and comparison of the diets with St. Lawrence Valley sample and various comparative groups, using the multivariate model of Froehle and colleagues (2012). Numbers correspond to 1) 100 % C<sub>3</sub> diet/protein; 2) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> diet, >50 % C<sub>4</sub> protein; 3) 50:50 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> diet, marine protein; 4) 70:30 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> diet ≥ 65 % C<sub>3</sub> protein 5) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> diet ≥ 65 % C<sub>3</sub> protein

## 4.7. Discussion

---

The  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  obtained from 293 individuals from the seventeenth to the nineteenth century St. Lawrence Valley allowed to further explore the dietary adaptation in a colonial context. Comparison between and within sites highlighted dietary differences and similarities in relation to various variables such as urban and rural settings, age, and sex groups, and “cultural identities”. Finally, comparison with a large, compiled dataset of neighboring and contemporary groups, colonies and European sites allowed to better perceive the dietary adaptation(s) in the New World.

### 4.7.1. Several diets in relation to settings, food availability, religious food restriction and food preferences

Although the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  of the St. Lawrence Valley sites reflect a diet mainly composed of  $\text{C}_3$  resources, the observation of subtle differences in the data distribution supports the hypothesis of the presence of several dietary adaptations. For the rural site of Sainte-Marie, in Beauce, the low  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  of the sample reflect mostly  $\text{C}_3$  resources for energy and protein in the diet. Wheat, oats and peas were the main crops, but other vegetables, animal products and fruits were also consumed (Dickinson & Young, 2003). They raised livestock (as horses, cows, and sheep), but these were mostly used as work force or for their by-products and only eaten occasionally (Dépatie, 2015). Religious food restrictions were respected by the French Canadians (Kalm et al., 1977). However, fish consumption could not be clearly identified in the data, probably because freshwater fish, depleted in  $^{13}\text{C}$  and of low trophic level, were often available due to the location.

In contrast, marine fish consumption on the Montreal island has been already noticed in the diet at childhood and in one mature woman (12Z-S3) (Vigeant et al., 2017, submitted). In particular, the Notre-Dame sample has the highest  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ , indicating a mostly  $\text{C}_3$  diet mixed with  $\text{C}_4$  or marine resources. The dietary reconstruction models show only two individuals located towards the marine resources (12Z-S3 and one young adult [12CC-S2 (2)]). However, when their  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  are compared to other data (Figure 26, p. 147), they are closer to New



Englanders, suggesting therefore some intake of  $C_4$  resources. Yet, studies reconstructing paleodiets have interpreted the presence of a positive correlation between  $\delta^{13}C_{coll}$  and  $\delta^{15}N$  and a slope between 0.9 and 1.7 as indicating a mix of terrestrial and marine products consumed in the populations (as discussed in Schwarcz et al., 2014). Therefore, with a slope of 1.4 ( $r^2 = 0.3$ ), the Montreal sample would include these two types of consumers. This fact would be in agreement with historical context and zooarchaeological studies where many fish species were identified in nearby sites (e.g., Atlantic cod, American eel, channel catfish, lake sturgeon, Perciformes, white sucker, northern pike and Gadidae, St-Germain 2015). Otherwise, the diet in Montreal was composed of a mix of European and Indigenous products, mostly  $C_3$  resources (e.g. bread, meat, poultry, vegetables: onions, squash, beans; maple products, milk and fruits, Desloges 2009). However, maize and sugar cane (or rum) would have been consumed only occasionally.

Finally, the high  $\delta^{15}N$  observed in the St. Matthew sample probably reflects the preference of the British for meat, especially beef. In addition, the  $\delta^{13}C_{coll}$  and  $\delta^{13}C_{carb}$  gradient probably indicates the presence of  $C_4$  and marine resources among other staple food (e.g., chicken, fresh cod, salt lard, potatoes, bread, eggs, butter, molasses and rum in variable proportion, Paquet and Wallot 2007).

#### **4.7.2. Dietary variation within each site in relation to age, sex and “cultural identity” of the individuals**

Most of the dietary differences that were initially observed by Vigeant and colleagues (2017) between the age groups within the Notre-Dame cemetery, have not been found in this expanded SIA. The difference in  $\delta^{15}N$  between children and adults in the St. Matthew Cemetery (previously noted by Morland 2009) is also not observed again. Nevertheless, the mature adults from both sites (Notre-Dame and St. Matthew), still present higher  $\delta^{13}C_{coll}$  than children and young adults (mean difference between 0.2 and 0.5 ‰). This subtle difference could, as mentioned by Morland (2009) and Toupin (2015), indicate a better financial disposition to consume a larger portion of imported food (as sugar cane or rum) during late adulthood in comparison to earlier

periods of life. Similarly, the high  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  mean obtained for the men of St. Matthew (mean difference of 0.5 ‰ with women) could also be interpreted as a high consumption of marine or  $\text{C}_4$  resources (as rum) by this group (as sailors and soldiers could have been buried within the Cemetery).

Concerning differences linked to the “cultural identities” of the individuals, based on place of origin and dietary behavior at childhood, in the urban settings (i.e., Notre-Dame, Montreal and St. Matthew, Quebec City) differences were noted between the locally born and the migrants. For examples, in Montreal, the French Canadians have  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  higher (by 0.7‰) than the North Americans, from either Acadia or Louisiana. Since, their  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  are similar, this probably reflect an higher consumption of  $\text{C}_4$  resources (as maize or rum) by the Montrealers. Also, the diet of the possible prisoners from New England has a higher  $\delta^{15}\text{N}$  (by 1.0‰) than the one consumed by the French Canadians. This could either suggest a higher intake of protein or that they experienced nutritional stress (Hobson & Clark, 1992). In St. Matthew, immigrants from the British Isles present higher  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  than their locally born counterparts, a fact that is probably linked to a higher consumption of marine or  $\text{C}_4$  resources.

#### **4.7.3. Retention of the European diet in the St. Lawrence Valley**

Concerning the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  variation, with the exception of the small Trois-Rivières sample, the St. Lawrence Valley sites present the lowest mean values of the comparative dataset, suggesting therefore a high proportion of  $\text{C}_3$  resources in their diet. However, they are also closest to eighteenth century Louisiana, nineteenth century Ontario (i.e., the St. Thomas Church population, Belleville) and contemporaneous Europe. This therefore corroborates the conclusion expressed by Morland (2009, p. 161) concerning the St. Matthew sample: “It thus seems that the adaptation of these populations of British origin to the new North American environment was achieved in the same way” (our translation). In our case, this observation could also be applied to the French settlers. Nevertheless, it is important to note that these North American locations (St. Lawrence Valley, Louisiana, Ontario) share “similar” environmental features (i.e. continental climate), and, to a certain extent, similar resources.

Other contemporaneous North American sites with populations of French or British origin (Acadia and Newfoundland), experienced different dietary adaptations probably due to the proximity of the Atlantic Ocean and its abundant marine resources. On that note, when comparing the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  from the St. Lawrence Valley sites with the comparative dataset (Figure 26, p. 147) several individuals (up to 13 out of 135 in total) buried in the St. Matthew Cemetery, appear to have consumed a diet rather similar to those obtained from the eastern coastal Canada. The same 13 individuals tend towards the diet #3 (50: 50,  $\text{C}_3$ :  $\text{C}_4$  diet, marine proteins), when plotted on the multivariate model of Froehle et al. (2012) in Figure 27 (p. 150).

Although, the variation of the Sainte-Marie site is mostly different from every comparative site and presents the lowest  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of all the dataset, the inhabitants of this rural area (Beauce) possibly reflect a European diet typical of agricultural communities. However, to confirm this hypothesis, more comparative datasets from Europe are needed especially from the rural context, which in comparison to urban sites, is poorly documented so far. Overall, the SIA agrees with historical sources about the low integration of maize (the main  $\text{C}_4$  resource in North America) in the St. Lawrence Valley diet, as maize does not produce raised bread, among other practical and cultural reasons (Dechêne, 1974).

#### **4.8. Conclusion**

---

This meta-analysis of almost three hundreds individuals from the seventeenth to the nineteenth centuries in the St. Lawrence Valley reevaluated prior conclusions about dietary adaptation(s) in the New World (Morland, 2009; Toupin, 2015; Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017). First, the St. Lawrence Valley sites suggest several dietary adaptations to new physical and social environments and the retention of culinary practices, preferences, religious or cultural norms and taboos. For example, the urban Notre-Dame site with a  $\text{C}_3$  diet mixed with  $\text{C}_4$  or marine resources reflects the variety of resources available and probably the consumption of high trophic level fish during the many “lean” days imposed by the Catholic calendar. In the rural Sainte-Marie-de-Beauce cemetery population, mostly  $\text{C}_3$  resources would have been consumed and the religious food restrictions would have been respected by consuming freshwater fish.

Finally, the urban British Protestant St. Matthew sample demonstrates a higher average protein intake than at other sites, possibly emphasizing the preference of British people for meat consumption.

The intra-site variation based on age groups and/or sex observed in the Notre-Dame (based on age only) and St. Matthew Cemetery probably underlined a higher consumption of C<sub>4</sub> (as rum) or marine resources amongst men and mature adults. Based on “cultural identity”, the locals in Montreal would have consumed more C<sub>4</sub> resources than the migrants from North America (such as Acadians and/or Louisianians). On the opposite, European migrants from the British Isles in Quebec City would have consumed more C<sub>4</sub> or marine resources than the locally born.

Overall, the diets for the New and the Old World have been compared, but not in an exhaustive manner and more research is needed from various regions of New France and France. The addition of, for example, the sulfur isotopic analysis for this historical context would also allow a better understanding of the consumption of fish (Rand & Nehlich, 2018), which appears to be an important resource in the colonial St. Lawrence Valley.

#### **4.9. Acknowledgments**

---

This work was supported by a grant from the Social Sciences and Humanities Research Council (# 767-2013-1772), and funding from Groupe de recherche ArchéoScience-ArchéoSociale (AS2) (FQRSC). The authors would like to thank François Bélanger (principal archaeologist, City of Montreal) for allowing analyses on Notre-Dame’s collection, the Sainte-Marie community for allowing analysis on the individual of Sainte-Marie-de-Beauce’s skeletal collection and the Anglican Church for allowing analysis of St. Matthew’s collection. The authors would also like to thank Agnieszka Adamowicz (Stable Isotopes Laboratory of the Geotop research center at the Université du Québec à Montréal) for technical support.

## Chapitre 5. Conclusion

---

Cette recherche doctorale est une méta-analyse des compositions isotopiques disponibles pour quatre collections ostéologiques provenant de la vallée du Saint-Laurent et datant d'une période s'étalant entre les XVIIe et XIXe siècles. Les teneurs isotopiques en carbone, azote et oxygène mesurés du collagène et du carbonate osseux, de même que du carbonate de l'émail dentaire sur des échantillons provenant du Vieux cimetière de Trois-Rivières (1650-1865, n = 5, Ethnoscop 2015), du cimetière de la première église paroissiale de Notre-Dame (Montréal, 1691-1796, n = 63, Vigeant, 2012; Vigeant et al., 2017, 2022), du premier cimetière de Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878, n = 8, Toupin, 2015) et du cimetière britannique protestant Saint-Matthew (Québec, 1771-1860, n = 91 Caron, 2013; Morland, 2009; Toupin, 2015) ont été combinées, augmentées et réanalysées. Cette thèse a permis ainsi de produire cette synthèse (objectif principal) intégrant près de trois siècles d'adaptation à un nouvel environnement, à de nouveaux peuples et à de nouvelles ressources disponibles durant la période du Québec ancien.

### 5.1. Un rappel de la nécessité de standardiser les méthodes d'extraction et de mieux explorer les sources de variations isotopiques

---

Premièrement, la combinaison de données produites par divers chercheurs s'est avérée beaucoup plus problématique que prévu, en raison de variations dans l'application des méthodes. Par exemple, pour la collection provenant du cimetière Saint-Matthew qui avait fait l'objet d'une réinhumation avant le début de ce projet, la détermination de l'âge au décès et du sexe des individus analysés a été compilée à partir des données publiées par Morland (2009), Caron (2013) et Toupin (2015), qui se contredisaient parfois. En ce qui concerne les analyses isotopiques, la combinaison des données produites par différents chercheurs sur une même collection a aussi exposé des problèmes liés à des variations méthodologiques lors de l'extraction du  $\delta^{15}\text{N}$  et du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  des os. Malheureusement, ces incompatibilités de teneurs isotopiques mesurées ont été constatées tardivement durant la recherche. De ce fait, il découle que les données ont été rejetées, donc perdues, faute de moyens (en temps et en argent) pour les reproduire.

L'extraction de la composition isotopique *in vivo* est à la base de la bioarchéologie isotopique. D'ailleurs, la problématique de l'extraction adéquate du  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate osseux est un sujet fréquemment abordé dans la littérature spécialisée (par exemples, Crowley & Wheatley, 2014; Garvie-Lok et al., 2004; Koch et al., 1997; Pellegrini & Snoeck, 2016). Cependant, à notre connaissance aucun chercheur n'avait auparavant étudié l'effet de l'emploi d'un agent acidifiant (acide chlorhydrique, HCl), utilisé pour éliminer le carbone minéral de l'os, sur le  $\delta^{15}\text{N}$  mesuré. En fait, nos recherches démontrent une augmentation du  $\delta^{15}\text{N}$  positivement corrélée à la concentration en pourcentage du HCl utilisé : soit 0 %, 1 %, 2 % ou 5 % (Vigeant et al., 2021). Les résultats obtenus après traitement au HCl à 2 % et 5 % sont donc statistiquement supérieurs à ceux obtenus sans traitement à l'acide ou avec un traitement léger (1 %). Cependant, ces conclusions sont opposées aux observations qui nous avaient amené initialement à entreprendre le projet de recherche. En effet, les  $\delta^{15}\text{N}$  mesurés par Toupin (2015, HCl à 5 %) sont, au contraire, appauvris en  $^{15}\text{N}$  comparativement aux  $\delta^{15}\text{N}$  obtenus par Vigeant avec un acide plus dilué (1 %) (revoir figure 6, p. 42). Par ailleurs, une variation statistiquement significative de la mesure obtenue à la suite de la réanalyse des mêmes échantillons par IRMS, une semaine plus tard ou six mois plus tard, a aussi été observée, et ce, malgré la constance de la teneur isotopique des standards internes. Constituant une première observation de cette variation induite par les outils d'analyse (c'est-à-dire, le spectromètre de masse à ratio isotopique), ceci demeure incomprise. Ces deux phénomènes devraient faire l'objet de plus de recherche, afin de mieux comprendre ce qui peut faire varier les  $\delta^{15}\text{N}$  mesurés.

## **5.2. Portrait de la diversité des populations coloniales de la vallée du Saint-Laurent**

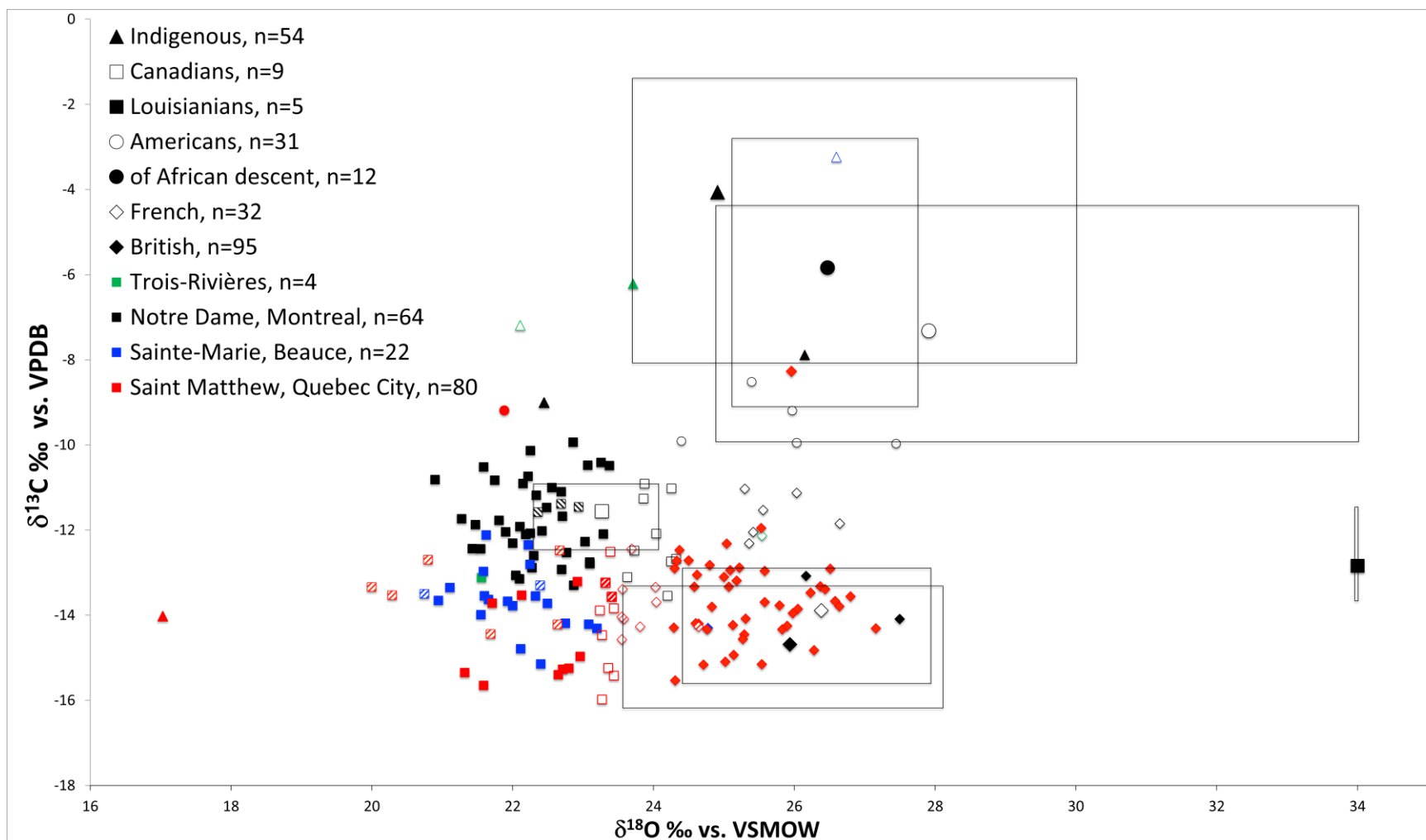
---

L'étude de cas et la méta-analyse ont permis de mettre en évidence la diversité intrasite et intersites des populations bioarchéologiques à l'étude. Premièrement, grâce à l'étude des teneurs isotopiques en oxygène et en carbone de l'émail dentaire et en s'appuyant sur le principe que les comportements migratoires et alimentaires observés à l'enfance sont des indicateurs « d'identité culturelle » : plusieurs identités ont été suggérées au sein des sites, soit possiblement Autochtone, Inuit, Canadien français ou anglais, migrant intercontinental (tel que Acadien,

Louisianais ou Terre-Neuvien), individu de descendance Africaine, prisonnier originaire des colonies de la Nouvelle-Angleterre et immigrant Européen (voir figure 29, page 160).

La très forte proportion d'individus probablement Canadiens français dans les échantillons de population provenant des cimetières Notre-Dame (Montréal, 1691-1796) et Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878), allant de plus de 60 à 90 %, a permis de mieux comprendre la variation du  $\delta^{18}\text{O}$  associé aux sites de la vallée laurentienne (de 20.7 à 23.4 ‰). Toutefois, il demeure important de considérer la situation climatique de chaque site et période. En effet, pour le site nordique de la ville de Québec (Saint Matthew, 1771-1860), des  $\delta^{18}\text{O}$  variant de 20.0 à 23.0 ‰ sont associés aux individus nés localement, et les individus présentant un  $\delta^{18}\text{O}$  entre 23.2 et 23.4 ‰ ont plutôt été considérés comme étant possiblement originaires des régions côtières canadiennes (telles que l'Acadie ou Terre-Neuve).

Plus de 95%, des individus analysés, provenant des populations des cimetières Catholiques (sites du Vieux Trois-Rivières, de Notre-Dame et de Sainte-Marie) et Protestant (site de Saint-Matthew) de la vallée du Saint-Laurent, sont de descendance européenne, soit nés localement, ayant migrés des régions limitrophes ou ayant effectués la traversée transatlantique. Toutefois la présence d'individus possiblement de descendance Autochtone, Inuite ou Africaine a été détectée dans chacun des quatre sites funéraires. Dans le Vieux cimetière de Trois-Rivières, deux individus possiblement Autochtones ont été identifiés. Le premier, un homme de 20 à 30 ans au moment de son décès aurait possiblement été impliqué dans le commerce des fourrures ou les opérations militaires auprès des Français, tel que le suggère les offrandes funéraires incluses dans sa sépulture. Le deuxième, un jeune homme, serait décédé vers l'âge de 16 ans et il aurait vécu un changement drastique d'alimentation durant sa courte vie. L'hypothèse a été émise qu'il ait pu être mis en esclavage. Dans le cimetière de Notre-Dame, à Montréal, deux individus auraient possiblement été de descendance autochtone ou africaine. Leur mise en esclavage a aussi été suggérée en raison de la mort prématurée de l'un d'eux (à 17 ans, âge moyen auquel les hommes autochtones mis en esclavage décédaient, Dupuis, 2021), et de l'origine probablement plus au sud du second individu, qui serait possiblement de la vallée du Mississippi d'où provenaient 69 % des esclaves autochtones (Trudel & d'Allaire, 2004, p. 84).



**Figure 29.** Représentation des identités culturelles par site. Trois-Rivières en vert, Notre-Dame en noir, Sainte-Marie en bleu et Saint-Matthew en rouge. Possibles Autochtones : triangles vides; possibles Autochtones ou Inuit mis en esclavage : triangles pleins; Canadiens : carrés pleins; Nord-Américains: carrés vides; possibles prisonniers des colonies de Nouvelle-Angleterre : cercles vides; individu de possible descendance africaine né en esclavage : cercle plein; Européens : losanges pleins; Nord-Américains ou Européens : losanges vides. Les groupes comparatifs sont représentés par la moyenne et la distribution des données (rectangles)



Dans le cimetière rural de Sainte-Marie, une femme décédée vers l'âge de 40 à 50 ans, serait aussi possiblement d'origine autochtone ou africaine. Sa présence pourrait être liée à celle d'une mission Abénaquise présente auparavant dans la région. Finalement, dans le cimetière urbain, ouvert à la suite de l'arrivée du Régime Britannique (Saint-Matthew), deux individus, un homme né localement possiblement d'ascendance africaine et une femme originaire d'une région éloignée (presque arctique) possiblement Inuite, auraient été soumis à l'esclavage. L'homme en raison de son origine locale, s'il est effectivement de descendance africaine, serait probablement né en esclavage. Toutefois, il aurait pu être affranchi durant son existence (décédé vers l'âge de 35 à 49 ans), puisqu'en 1834, l'esclavage est aboli dans les colonies britanniques. Au contraire, la femme possiblement Inuite, serait décédée vers l'âge de 15 à 17 ans, ce qui suggère de difficiles conditions de vie.

Deuxièmement, la méta-analyse révisant et amplifiant le corpus de données de compositions isotopiques en carbone (organique et minéral) et d'azote a aussi exposé des différences intrasite et intersites au niveau de l'alimentation au sein du territoire. Globalement, la comparaison des comportements alimentaires des habitants de la vallée du Saint-Laurent avec plusieurs groupes nord-américains ou européens, suggère toujours principalement une rétention des traditions culinaires européennes, avec l'introduction marginale de ressources indigènes de type C<sub>4</sub> (maïs). Toutefois, puisque le collagène a tendance à refléter davantage la portion protéinée de l'alimentation ( $r^2 = 0.65$ , Kellner & Schoeninger 2007), la consommation de plantes C<sub>4</sub> (par exemple, maïs, canne à sucre et millet) est sous-représentée dans ce tissu. Au contraire, le  $\delta^{13}\text{C}$  extrait du carbonate reflète l'ensemble de l'alimentation. Cependant, très peu de sites comparatifs étaient disponibles pour avoir un portrait alimentaire représentatif de toutes les régions ancestrales aux migrants (revoir tableau 9, page 140).

Localement, la population urbaine de Montréal semble avoir consommé une alimentation plus mixte que les autres groupes laurentiens. L'alimentation montréalaise comprenait majoritairement des ressources C<sub>3</sub>, mais aussi des ressources marines, fait possiblement dû au respect de l'interdit de manger de la viande les vendredis, samedis et durant le Carême imposé par l'Église catholique. La population rurale de Beauce, quant à elle, reflète le milieu agricole, avec

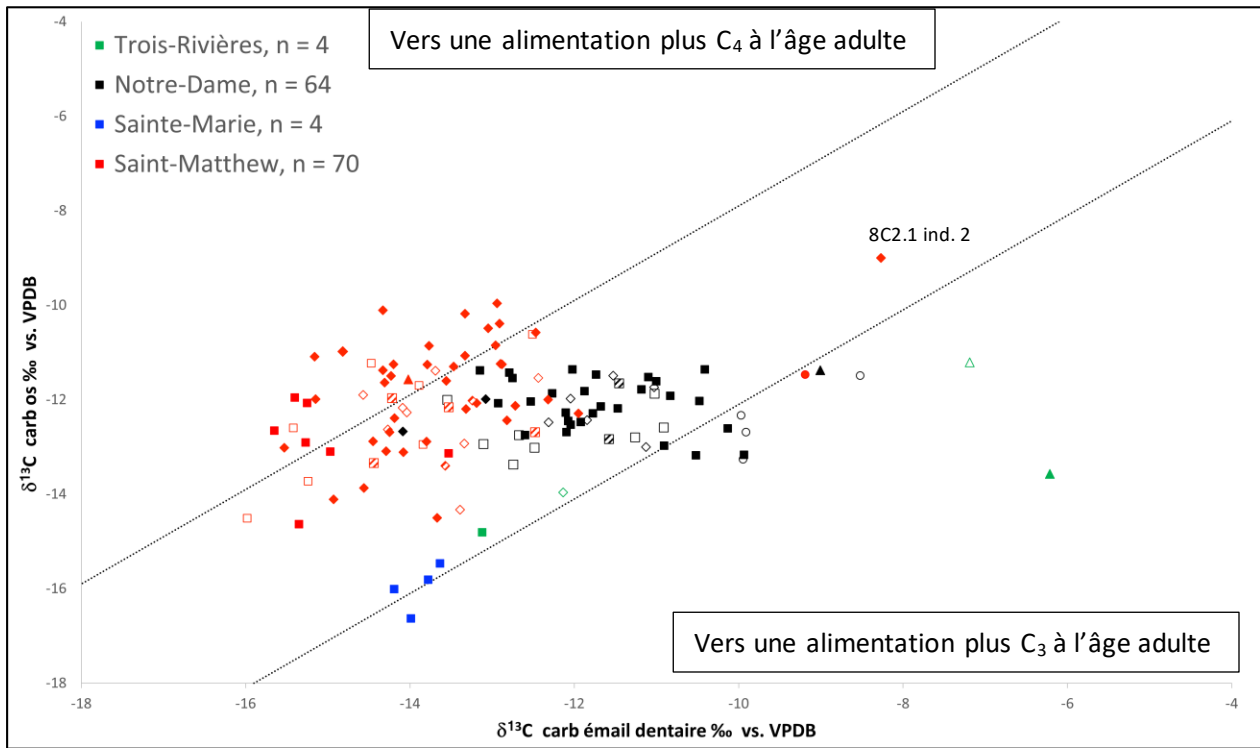
principalement des ressources de type C<sub>3</sub> et une plus faible proportion de protéines dans le régime alimentaire comparativement aux groupes urbains. Au contraire, la population britannique protestante de Saint-Matthew semble avoir consommé une proportion relativement élevée de protéines, provenant probablement surtout de la viande, mais aussi des ressources marines pour certains individus. Bien qu'en général les ressources C<sub>4</sub> semblent avoir été peu consommées à l'âge adulte, les adultes de Montréal, de même que les adultes et les hommes du cimetière britannique auraient consommé davantage de ce type de ressources (probablement des produits importés, tel que le sucre de canne ou le rhum). Toutefois, au sein de ce même cimetière, une femme défie ces tendances (8C2.1 ind. 2, Figure 30, page 163). Son alimentation demeure C<sub>4</sub> tout au long de sa vie, malgré le fait qu'elle ait migré à Québec (depuis les Îles Britanniques).

Afin d'explorer davantage la question de l'adaptation alimentaire chez les populations de la vallée du Saint-Laurent à l'époque coloniale, la comparaison du  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate de l'émail dentaire et de l'apatite des os par site et par « identité culturelle » a été effectuée (Figure 30, p. 163).

Globalement, les populations des sites catholiques français se retrouvent majoritairement sous la ligne 1 :1, indiquant une alimentation comprenant plus de ressources C<sub>3</sub> à l'âge adulte comparativement à l'enfance. La tendance contraire est perçue chez la population du cimetière protestant qui aurait consommé plus de ressources C<sub>4</sub> à l'âge adulte qu'à l'enfance.

Par ailleurs, l'amplitude du changement d'alimentation entre l'enfance et l'âge adulte varie selon le groupe « d'identité culturelle ». Premièrement, tous les individus ayant une alimentation C<sub>4</sub> à l'enfance, c'est-à-dire, les trois individus possiblement Autochtones, l'homme de possible descendance Africaine et les quatre possibles prisonniers originaires de colonies de la Nouvelle-Angleterre ont expérimenté un changement d'alimentation entre l'enfance et l'âge adulte, vers une alimentation C<sub>3</sub>, se reflétant par une différence du  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate allant de 2,3 à 7,4 ‰. Ceci n'est, par contre, pas le cas de la femme possiblement Écossaise (8C2.1 ind.2 de Saint-Matthew) qui a conservé une alimentation C<sub>4</sub> durant toute sa vie. Comme pour les sept individus mentionnés ci-haut, l'alimentation de la jeune femme possiblement Inuit (15B-S36), a, elle aussi,

connu un changement, mais cette fois d'une alimentation C<sub>3</sub> à l'enfance vers une alimentation plus C<sub>4</sub> à l'âge adulte (différence de 2.5 ‰).



**Figure 30.** Comparaison du  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate de l'émail dentaire et des os par site et par « identité culturelle ». Trois-Rivières en vert, Notre-Dame en noir, Sainte-Marie en bleu et Saint-Matthew en rouge. Possibles Autochtones : triangles vides; possibles Autochtones ou Inuit mis en esclavage : triangles pleins; Canadiens : carrés pleins; Nord-Américains: carrés vides, possibles prisonniers des colonies de Nouvelle-Angleterre : cercles vides; individu de possible descendance africaine né en esclavage : cercle plein; Européens : losanges pleins; Nord-Américains ou Européens : losanges vides. Les lignes latérales représentent une variation de  $\delta^{13}\text{C}$  de  $\pm 2.0 \text{ ‰}$

À l'instar, plus de la moitié des immigrants des îles Britanniques (soit 19 sur 37 individus) ont aussi vécu un changement d'alimentation notable (variation de  $\delta^{13}\text{C}$  de 2 à 4 ‰), possiblement à la suite de leur arrivée en sol Américain, suggérant une adaptation aux ressources nouvelles ou un meilleur accès aux produits importés (tel que le rhum). Au contraire, chez les individus nés localement, soit les Canadiens français ou les Canadiens anglais, la majorité, soit 78 % (31 sur 40 individus) ne présente pas de variation de  $\delta^{13}\text{C}$  du carbonate excédant 2 ‰.

### 5.3. Perspectives de recherche futures

---

Cette thèse a permis de : i) souligner la diversité populationnelle au Québec ancien; ii) identifier des « identités culturelles »; et iii) suivre leur évolution dans le temps tant sur le plan de la mobilité que de l'alimentation. Cette démarche employait trois isotopes différents, soit le  $^{18}\text{O}$ , le  $^{13}\text{C}$  et le  $^{15}\text{N}$ , et elle a été couplée aux données ostéologiques (âge-au-décès et sexe) et à quelques données de morphologie dentaire ( $n = 9$ , B.-Hardy, 2015) et d'ADN ancien ( $n = 3$ , Harding et al., 2020;  $n = 18$ , Martin-Moya, in prep.). Il convient dans un premier temps d'accroître le corpus de données issues de la paléogénétique, afin de confirmer (ou non) les « identités culturelles » identifiées. Dans un second temps, il apparaît nécessaire d'ajouter l'analyse du strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , comme dans Nystrom et al., 2011) et du plomb (par exemple voir Fitch et al., 2012) pour affiner l'origine géographique des individus et ainsi développer les « ostéobiographies ». Dans un même ordre d'idées, il serait profitable d'intégrer l'analyse du soufre qui peut servir à la fois de marqueur géospatial et d'indicateur de consommation de ressources marines (voir Nehlich, 2015). À ce sujet, l'analyse de la dentine fournirait des indicateurs supplémentaires pour étudier la consommation de ressources aquatiques durant l'enfance. Ainsi, une étude multi-isotopique et multi-tissus permettrait possiblement de mieux définir les groupes « d'identité culturelle » et de pouvoir explorer davantage les interactions entre les différents peuples autochtones, canadien et européens. Une fois que les groupes seraient mieux identifiés, il serait possible d'aborder des questions plus précises sur le contexte de la colonisation au Québec, telles que la diversité des conditions de vie des enfants et des femmes autochtones et européens dans la colonie, de même que celles des individus mis en esclavage, ainsi que la présence des groupes alliés autochtones et celle d'individus d'ascendance africaine, entres autres.

## 6. Bibliographie

---

- Ambrose, S. H. (1990). Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 17(4), 431-451.
- Ambrose, S. H. (1993). Isotopic Analysis of Paleodiets : Methodological and Interpretatives Considerations. Dans M. K. Sandford (Éd.), *Investigation of Ancient Human Tissue* (p. 59-130). Gordon and Breach Science Publishers.
- Ambrose, S. H., & DeNiro, M. J. (1986). Reconstruction of African human diet using bone collagen carbon and nitrogen isotope ratios. *Nature*, 319(6051), 321-324.
- Ambrose, S. H., & Norr, L. (1993). Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of Whole Diet and Dietary Protein to Those of Bone Collagen and Carbonate. Dans *Prehistoric Human Bone* (p. 1-37). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Arkéos. (2008). *Intervention archéologiques sur le site de la première église Notre-Dame (BjFj-112), Vieux-Montréal* (p. 264) [Rapport non publié]. Montréal Service de la mise en valeur du territoire et du patrimoine Bureau du patrimoine, de la toponymie et de l'expertise.
- Audet, B. (2001). *Se nourrir au quotidien en Nouvelle-France*. Sainte-Foy, Québec, Éditions GID.
- Bada, J. L., Schoeninger, M. J., & Schimmelmann, A. (1989). Isotopic fractionation during peptide bond hydrolysis. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53(12), 3337-3341.
- Balac, A.-M. (2009). *À la recherche des premiers Montréalais : Le cimetière de la première église Notre-Dame de Montréal*. Montréal, Éditions de la Fabrique de la paroisse Notre-Dame de Montréal.
- Bataille, C. P., Jaouen, K., Milano, S., Trost, M., Steinbrenner, S., Crubézy, É., & Colleter, R. (2021). Triple sulfur-oxygen-strontium isotopes probabilistic geographic assignment of archaeological remains using a novel sulfur isoscape of western Europe. *PLoS One*, 16(5), e0250383.
- Beaumont, J., Geber, J., Powers, N., Wilson, A., Lee-Thorp, J., & Montgomery, J. (2013). Victims and survivors : Stable isotopes used to identify migrants from the Great Irish Famine to 19th century London. *American Journal of Physical Anthropology*, 150(1), 87-98.
- Beaumont, W., Beverly, R., Southon, J., & Taylor, R. E. (2010). Bone preparation at the KCCAMS laboratory. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 268(7), 906-909.

- Bell, L. S., Lee-Thorp, J. A., & Elkerton, A. (2009). The sinking of the Mary Rose warship : A medieval mystery solved? *Journal of Archaeological Science*, 36(1), 166-173.
- Berger, R., Horney, A. G., & Libby, W. F. (1964). Radiocarbon dating of bone and shell from their organic components. *Science*, 144(3621), 999-1001.
- Bernard, J. (2012). *Les choix alimentaires à Québec au 18e siècle. Étude zooarchéologique d'un assemblage faunique provenant des latrines ouest du second palais de l'Intendant (CeEt-30) vers 1722-1775*. [Mémoire de maitrise]. Département d'archéologie, Université Laval.
- Betsinger, T. K., & DeWitte, S. N. (2021). Toward a bioarchaeology of urbanization : Demography, health, and behavior in cities in the past. *American Journal of Physical Anthropology*, 175, 79-118.
- B.-Hardy, M.-H. (2015). *Étude de la Diversité des Populations Historiques de Montréal et de Québec par l'Analyse de la Morphologie Dentaire : Le Cimetière Catholique de la Première Église Notre-Dame (1691–1796) et le Cimetière Protestant Saint-Matthew de Québec (1771–1860)* [Mémoire de maitrise]. Université de Montréal.
- B.-Hardy, M.-H., Vigeant, J., Ribot, I., & Grimoud, A.-M. (accepté en 2017). Exploring Contact in Colonial Canada using Dental Morphology and Isotopes : A case study from 17th and 18th century Montréal. Dans M. E. Danforth & T. Cargill (Éds.), *The bioarchaeology of the French Colonial experience in the New World*. A & M Press.
- Black, W. (2014). *Dental morphology and variation across Holocene Khoesan people of southern Africa*. [PhD Thesis]. University of Cape Town.
- Bleasdale, M., Ponce, P., Radini, A., Wilson, A. S., Doherty, S., Daley, P., Brown, C., Spindler, L., Sibun, L., & Speller, C. (2019). Multidisciplinary investigations of the diets of two post-medieval populations from London using stable isotopes and microdebris analysis. *Archaeological and anthropological sciences*, 11, 6161-6181.
- Bocherens, H., & Drucker, D. (2003). Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen : Case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 46-53.
- Bocherens, H., Fizet, M., Mariotti, A., Lange-Badre, B., Vandermeersch, B., Borel, J. P., & Bellon, G. (1991). Isotopic biogeochemistry (13C, 15N) of fossil vertebrate collagen : Application to the study of a past food web including Neandertal man. *Journal of Human Evolution*, 20(6), 481-492.
- Bocherens, H., & Mariotti, A. (2002). Paléoenvironnements et paléoalimentations : Biogéochimie isotopique des vertébrés. Dans *Géologie de la Préhistoire* (p. 1323-1344). Presses Universitaires de Perpignan.

- Boucher, P. (1664). *Histoire veritable et naturelle des moeurs & productions du pays de la Nouvelle France, vulgairement dite le Canada* (1-1 online resource). S.I., Chez Florentin Lambert
- Bowen, G. J., & Revenaugh, J. (2003). Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation. *Water Resources Research*, 39(10)
- Bowen, G. J., Wassenaar, L. I., & Hobson, K. A. (2005). Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. *Oecologia*, 143(3), 337-348.
- Brand, W. A., Coplen, T. B., Vogl, J., Rosner, M., & Prohaska, T. (2014). Assessment of international reference materials for isotope-ratio analysis (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 86(3), 425-467.
- Braudel, F. (1981). *Civilization and capitalism 15th-18th Century*, vol. 1, The structures of everyday life. London: Collins, 183.
- Brillat-Savarin, J. A. (1842). *Physiologie du Gout, ou, Méditations de gastronomie transcendante* S.I., Charpentier.
- Britton, K. (2017). A stable relationship : Isotopes and bioarchaeology are in it for the long haul. *Antiquity*, 91(358), 853-864.
- Britton, K., & Guiry, E. (2020). Isotope bioarchaeology in historical archaeology. Dans *The Routledge handbook of global historical archaeology* (p. 423-442). Routledge.
- Brodie, C. R., Casford, J. S. L., Lloyd, J. M., Leng, M. J., Heaton, Tim. H. E., Kendrick, C. P., & Yongqiang, Z. (2011). Evidence for bias in C/N,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of bulk organic matter, and on environmental interpretation, from a lake sedimentary sequence by pre-analysis acid treatment methods. *Quaternary Science Reviews*, 30(21), 3076-3087.
- Brodie, C. R., Heaton, T. H. E., Leng, M. J., Kendrick, C. P., Casford, J. S. L., & Lloyd, J. M. (2011). Evidence for bias in measured  $\delta^{15}\text{N}$  values of terrestrial and aquatic organic materials due to pre-analysis acid treatment methods. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 25(8), 1089-1099.
- Brönnimann, S., White, S., & Slonosky, V. (2018). Climate from 1800 to 1970 in North America and Europe. Dans S. White, C. Pfister, & F. Mauelshagen (Éds.), *The Palgrave Handbook of Climate History* (p. 309-320). Palgrave Macmillan UK.
- Brown, C. (1987). *The Illustrated History of Canada*. Montréal, Les Éditions du Boréal.
- Brown, T. A., Nelson, D. E., Vogel, J. S., & Southon, J. R. (1988). Improved collagen extraction by modified Longin method. *Radiocarbon*, 30(2), 171-177.

- Bruwelheide, K. S., Owsley, D. W., Barca, K. G., France, C. A. M., Little, N. C., & Comer, E. A. (2020). Restoring identity to people and place : Reanalysis of human skeletal remains from a cemetery at Catoctin Furnace, Maryland. *Historical Archaeology*, 54, 110-137.
- Carabel, S., Godínez-Domínguez, E., Verísimo, P., Fernández, L., & Freire, J. (2006). An assessment of sample processing methods for stable isotope analyses of marine food webs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 336(2), 254-261.
- Caron, D. (2013). *Essai de détection de processus migratoires à travers les isotopes de strontium et d'oxygène : Étude des restes humains du cimetière Saint-Matthew (Québec, 1771-1860)* [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Caut, S., Angulo, E., & Courchamp, F. (2008). Discrimination factors ( $\Delta^{15}\text{N}$  and  $\Delta^{13}\text{C}$ ) in an omnivorous consumer : Effect of diet isotopic ratio. *Functional Ecology*, 22(2), 255-263.
- Cersoy, S., Zazzo, A., Lebon, M., Rofes, J., & Zirah, S. (2017). Collagen extraction and stable isotope analysis of small vertebrate bones : A comparative approach. *Radiocarbon*, 59(3), 679-694.
- Charbonneau, H. (1990). Le caractère français des pionniers de la vallée laurentienne. *Cahiers québécois de démographie*, 19(1), 49.
- Charbonneau, H., Guillemette, A., Légaré, J., Desjardins, B., Landry, Y., & Nault, F. (1987). *Naissance d'une population Les Français établis au Canada au XVIIe siècle*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal.
- Charbonneau, H., & Landry, Y. (1979). La politique démographique en Nouvelle-France. *Annales de démographie historique*, 29-57.
- Chenery, C. A., Pashley, V., Lamb, A. L., Sloane, H. J., & Evans, J. A. (2012). The oxygen isotope relationship between the phosphate and structural carbonate fractions of human bioapatite. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26(3), 309-319.
- Cloutier, C. (2000). *Tombeaux, cercueils, caveaux et linceuls : Les témoins archéologiques au dernier repos. Cimetière St. Matthew* [Rapport non publié]. Centre de développement économique et urbain division design et patrimoine, Ville de Québec.
- Colleter, R., Bataille, C., Dabernat, H., Pichot, D., Hamon, P., Duchesne, S., Labaune-Jean, F., Jean, S., Cloirec, G. L., & Milano, S. (2021). The last battle of Anne of Brittany : Solving mass grave through an interdisciplinary approach (paleopathology, anthropobiology, history, multiple isotopes and radiocarbon dating). *bioRxiv*, 2021-02.



- Colleter, R., Clavel, B., Pietrzak, A., Duchesne, S., Schmitt, L., Richards, M. P., Telmon, N., Crubézy, É., & Jaouen, K. (2019). Social status in late medieval and early modern Brittany : Insights from stable isotope analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 823-837.
- Cooper, C. G., Lupo, K. D., Zena, A. G., Schmitt, D. N., & Richards, M. P. (2019). Stable isotope ratio analysis (C, N, S) of hair from modern humans in Ethiopia shows clear differences related to subsistence regimes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*(7), 3213-3223.
- Coplen, T. B. (2011). Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results : Guidelines and recommended terms for expressing stable isotope results. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, *25*(17), 2538-2560.
- Cowan, H. I. (1975). *L'immigration britannique avant la Confédération*. Société historique du Canada.
- Cox, G., & Sealy, J. (1997). Investigating identity and life histories : Isotopic analysis and historical documentation of slave skeletons found on the Cape Town foreshore, South Africa. *International Journal of Historical Archaeology*, *1*(3), 207-224.
- Crowley, B. E., & Wheatley, P. V. (2014). To bleach or not to bleach? Comparing treatment methods for isolating biogenic carbonate. *Chemical Geology*, *381*, 234-242.
- Curta, F. (2004). Ethnic Identity and Archaeology. Dans *Encyclopaedia of Global Archaeology* (Claire Smith, p. 2507-2514). Springer.
- Danforth, M. E., Cook, D. N., Funkhouser, J. L., Greer, M., Guzik, H., Harvey, A. R., Hester, B. T., Webster Jr, H. W., & Wise Jr, R. (2013). Archaeological and bioarchaeological investigations of the French colonial cemetery at the Moran site (22HR511), Harrison County, Mississippi. *Submitted to the Mississippi Department of Marine Resources, Biloxi, MS*.
- Dansgaard, W. (1964). Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, *16*(4), 436-468.
- Daux, V., Lécuyer, C., Adam, F., Martineau, F., & Vimeux, F. (2005). Oxygen Isotope Composition Of Human Teeth And The Record Of Climate Changes In France (Lorraine) During The Last 1700 Years. *Climatic Change*, *70*(3), 445-464.
- Dechêne, L. (1974). *Habitants et marchands de Montréal au XVIIe siècle*. Plon.
- DeNiro, M. J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, *317*, 806-809.
- Deniro, M. J., & Epstein, S. (1981). Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *45*(3), 341-351.

- DeNiro, M. J., & Schoeninger, M. J. (1983). Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen : Variations within individuals, between sexes, and within populations raised on monotonous diets. *Journal of Archaeological Science*, 10(3), 199-203.
- Dépatie, S. (2015). *De la terre à la table au XVIIIe siècle : Production et distribution des produits alimentaires* [Communication]. Journée spéciale sur l'axe « alimentation », Groupe de recherche AS2, Université de Montréal, Montréal.
- Desloges, Y., & Courval, M. de. (2009). *À table en Nouvelle-France : Alimentation populaire, gastronomie et traditions alimentaires dans la vallée laurentienne avant l'avènement des restaurants*. Septentrion.
- Desrosiers, É., Morland, F., & Ribot, I. (2010). *Stable isotopic analysis of a historical Euro-Quebecois population (Notre-Dame cemetery, Montreal, 1691-1796) : Preliminary paleonutritional interpretations*.
- Dickinson, J. A., & Young, B. (2003). *Brève histoire socio-économique du Québec*. Les éditions du Septentrion.
- Dubois, P.-A., & Morin, M. (2018). La démographie amérindienne en Nouvelle-France : Sources historiques et herméneutique des chiffres. *Recherches amérindiennes au Québec*, 48(3), 113-123.
- Dubois, P.-A., & Morin, M. (2019). Les populations amérindiennes du Canada, des postes du Domaine du Roy et de l'Acadie, 1680-1763 : Un portrait démographique. *Recherches amérindiennes au Québec*, 49(1), 45-62.
- Dupuis, C.-A. (2021). *Étude comparée de la mortalité des esclaves noirs et des esclaves autochtones du Québec ancien (1632–1834)*. [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Ehleringer, J. R., Cerling, T. E., & Helliker, B. R. (1997). C4 photosynthesis, atmospheric CO<sub>2</sub>, and climate. *Oecologia*, 112(3), 285-299.
- Emery, M. V., Prowse, T. L., Schwarcz, H. P., & Brickley, M. (2015). Exploring Dietary Variability in a War of 1812 Skeletal Collection from Stoney Creek, Ontario, Using Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. *Historical Archaeology*, 49(4), 54-70.
- Ethnoscop. (2006). *Site du premier cimetière de Sainte-Marie, CcEs-1 Inventaire et fouilles archéologiques 2003-2004* (p. 190) [Rapport non publié].
- Ethnoscop. (2010). *Fouilles et surveillance archéologiques dans le cadre du réaménagement et de la restauration du Parc-cimetière St-Matthew (CeEt-41)*. Ville de Québec, Québec: Ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine.

- Ethnoscop. (2015). *Interventions archéologiques Réaménagement de la place Pierre-Boucher et du parc du Platon 2011-2012* [Rapport non publié].
- Fitch, A., Grauer, A., & Augustine, L. (2012). Lead isotope ratios : Tracking the migration of European-Americans to Grafton, Illinois in the 19th century. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22(3), 305-319.
- Flandrin, J.-L., & Montanari, M. (1996). *Histoire de l'alimentation*. Fayard.
- Fournier, M. (1992). *De la Nouvelle Angleterre à la Nouvelle-France : L'histoire des captifs anglo-américains au Canada entre 1675 et 1760*. Société généalogique canadienne-française.
- Fournier, M. (2004). *Jardins et potagers en Nouvelle-France Joie de vivre et patrimoine culinaire*.
- France, C. A. M., & Owsley, D. W. (2015). Stable Carbon and Oxygen Isotope Spacing Between Bone and Tooth Collagen and Hydroxyapatite in Human Archaeological Remains : Stable Carbon and Oxygen Isotope Spacing in Humans. *International Journal of Osteoarchaeology*, 25(3), 299-312.
- France, C. A. M., Owsley, D. W., Bruwelheide, K. S., Renschler, E. S., Barca, K. G., & DeCorse, C. R. (2020). Stable isotopes from the African site of Elmina, Ghana and their usefulness in tracking the provenance of enslaved individuals in 18th-and 19th-century North American populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 171(2), 298-318.
- France, C. A. M., Owsley, D. W., & Hayek, L.-A. C. (2014). Stable isotope indicators of provenance and demographics in 18th and 19th century North Americans. *Journal of Archaeological Science*, 42, 356-366.
- France, C. A. M., Sugiyama, N., & Aguayo, E. (2020). Establishing a preservation index for bone, dentin, and enamel bioapatite mineral using ATR-FTIR. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, 102551.
- Fricke, H. C., & O'Neil, J. R. (1995). Oxygen isotope composition of human tooth enamel from medieval Greenland : Linking climate and society. *Geology*, 23(10), 860-872.
- Froehle, A. W., Kellner, C. M., & Schoeninger, M. J. (2012). Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American journal of physical anthropology*, 147(3), 352-369.
- Fry, B. (2007). *Stable isotope ecology*. Springer Science & Business Media.
- Fuller, B. T., Fuller, J. L., Sage, N. E., Harris, D. A., O'Connell, T. C., & Hedges, R. E. M. (2004). Nitrogen balance and  $\delta^{15}\text{N}$ : why you're not what you eat during pregnancy. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 18(23), 2889-2896.

- Garlie, M. E. (2022). *An isotopic investigation of the diet and origins of 18th-and 19th-century individuals from Newfoundland and Louisbourg, Nova Scotia* [PhD Thesis]. Memorial University of Newfoundland.
- Garvie-Lok, S. J., Varney, T. L., & Katzenberg, M. A. (2004). Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis : The effects of treatment time and acid concentration. *Journal of Archaeological Science*, 31(6), 763-776.
- Gauvreau, D. (1998). Vingt ans d'études sur la population durant le Régime français : Bilan et perspectives. Dans S. Dépatie (Éd.), *Habitants et marchands, vingt ans après : Lectures de l'histoire des XVIIe et XVIIIe siècles canadiens* (p. 31-50). McGill-Queens University Press.
- Gigleux, C., Grimes, V., Tütken, T., Knecht, R., & Britton, K. (2019). Reconstructing caribou seasonal biogeography in Little Ice Age (late Holocene) Western Alaska using intra-tooth strontium and oxygen isotope analysis. *Journal of archaeological science: Reports*, 23, 1043-1054.
- Goodman, A. H., Dufour, D. L., Goodman, A. H., & Peltó, G. H. (1999). *Nutritional anthropology : Biocultural perspectives on food and nutrition*. Mayfield.
- Gowland, R. L., Caffell, A. C., Quade, L., Levene, A., Millard, A. R., Holst, M., Yapp, P., Delaney, S., Brown, C., & Nowell, G. (2023). The expendables : Bioarchaeological evidence for pauper apprentices in 19th century England and the health consequences of child labour. *Plos one*, 18(5), e0284970.
- Gutierrez, E., Ribot, I., & Hélie, J.-F. (2019). Comparaison transatlantique des pratiques alimentaires de deux populations protestantes : Interprétation préliminaires des analyses isotopiques d'azote. Dans C. Buquet-Marcon, J.-Y. Dufour, & D. Hadjouis (Éds.), *Les fouilles archéologiques du temple et du cimetière huguenots de Charenton* (p. 171-178). Honoré Champion.
- Gutierrez, E., Ribot, I., & Hélie, J.-F. (2021). Weaning among Colonists from Montreal and Environs : What Can Nitrogen Isotope Analysis on Dentine Tell Us? *Bioarchaeology International*, 5(3-4).
- Harding, T., Milot, E., Moreau, C., Lefebvre, J.-F., Bournival, J.-S., Vézina, H., Laprise, C., Lalueza-Fox, C., Anglada, R., & Loewen, B. (2020). Historical human remains identification through maternal and paternal genetic signatures in a founder population with extensive genealogical record. *American Journal of Physical Anthropology*, 171(4), 645-658.
- Hare, J., Lafrance, M., & Ruddel, D.-T. (1987). *Histoire de la ville de Québec, 1608-1871*. Boréal;[Ottawa]: Musée canadien des civilisations.

- Hare, P. E., Fogel, M. L., Stafford, T. W. Jr., Mitchell, A. O., & Hoering, T. C. (1991). The Isotopic composition of carbon and nitrogen in individual amino acids isolated from modern and fossil proteins. *Journal of Archaeological Science*, 18, 277-292.
- Harris, A. (2015). A Bioarchaeological Study Of The Human Remains Recovered From Wester Point Cemetery (CjAf-08). Portugal Cove, NL. *Provincial Archaeological Office 2014 Archaeological Review*, 13, 65-70.
- Harris, A. J., Duggan, A. T., Marciniak, S., Marshall, I., Fuller, B. T., Southon, J., Poinar, H. N., & Grimes, V. (2019). Dorset Pre-Inuit and Beothuk foodways in Newfoundland, ca. AD 500-1829. *Plos one*, 14(1), e0210187.
- Harrison, R. G., & Katzenberg, M. A. (2003). Paleodiet studies using stable carbon isotopes from bone apatite and collagen : Examples from Southern Ontario and San Nicolas Island, California. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22(3), 227-244.
- Havard, G. (1992). La Grande Paix de Montréal de 1701 : Les voies de la diplomatie franco-amérindienne. *Recherches Amérindiennes au Québec*, 8.
- Havard, G. (2022). Empire et diplomatie : La France à l'épreuve des mondes amérindiens. XVII-XVIII *Revue de la Société d'études anglo-américaines des XVIIe et XVIIIe siècles*.
- Hedges, R. E., Clement, J. G., Thomas, C. D. L., & O'connell, T. C. (2007). Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft : Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(2), 808-816.
- Henripin, J., & Martin, Y. (1991). *La population du Québec d'hier à demain*. Presses de l'Université de Montréal.
- Histoire plurielle. (2003). *Étude historique et de potentiel archéologique dans le cadre du réaménagement de la route 216 à Sainte-Marie* [Rapport non publié]. Ministère des Transports du Québec. Direction de Chaudière-Appalaches.
- Hobson, K. A., & Clark, R. G. (1992). Assessing Avian Diets Using Stable Isotopes II : Factors Influencing Diet-Tissue Fractionation. *The Condor*, 94(1), 189-197.
- Hosek, L., & Robb, J. (2019). Osteobiography : A Platform for Bioarchaeology Research. *Bioarchaeology International*, 3(1), Article 1.
- Jaouen, K. (2012). *Les isotopes des métaux de transition (Cu, Fe, Zn) au service de l'anthropologie*. [Thèse doctorale], École normale supérieure de Lyon-ENS LYON.
- Jonah, A. M. L., & Véchambre, C. (2012). *Le goût français au Canada atlantique, 1604-1758 : Une histoire gastronomique*. Cape Breton University Press.

- Jørkov, M. L. S., Heinemeier, J., & Lynnerup, N. (2007). Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies. *Journal of Archaeological Science*, 34(11), 1824-1829.
- Joyce, R. A. (2005). Archaeology of the body. *Annu. Rev. Anthropol.*, 34, 139-158.
- Kalm, P., Rousseau, J., Béthune, G., & Morisset, P. (1977). *Voyage de Pehr Kalm au Canada en 1749*. CLF.
- Katzenberg, M. A., & Grauer, A. L. (2018). *Biological anthropology of the human skeleton*. John Wiley & Sons.
- Katzenberg, M. A., & Lovell, N. C. (1999). Stable isotope variation in pathological bone. *International Journal of Osteoarchaeology*, 9(5), 316-324.
- Katzenberg, M. A., & Pfeiffer, S. (1995). Nitrogen Isotope Evidence for Weaning Age in a Nineteenth Century Canadian Skeletal Sample. Dans *Bodies of Evidence : Reconstructing History Through Skeletal Analysis* (p. 221-235). Wiley-Liss.
- Katzenberg, M. A., Saunders, S. R., & Abonyi, S. (2002). Bone Chemistry, Food and History : A Case Study from 19th Century Upper Canada. Dans *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis* (p. 1-22). Springer, Boston, MA.
- Kellner, C. M., & Schoeninger, M. J. (2007). A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(4), 1112-1127.
- Koch, Paul. L., Tuross, N., & Fogel, M. L. (1997). The Effects of Sample Treatment and Diagenesis on the Isotopic Integrity of Carbonate in Biogenic Hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429.
- Kohn, M. J. (1999). You Are What You Eat. *Science*, 283(5400), 335-336.
- Kohn, M. J., & Cerling, T. E. (2002). Stable isotope compositions of biological apatite. *Reviews in mineralogy and geochemistry*, 48(1), 455-488.
- Krueger, H. W., & Sullivan, C. H. (1984). Models for Carbon Isotope Fractionation Between Diet and Bone. Dans *Stable Isotopes in Nutrition* (Vol. 258, p. 205-220). American Chemical Society.
- Lamothe, F. (2007). *La ville aux frontières : Les perles de traite à Montréal aux XVIIe et XVIIIe siècles*. [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Landry, Y. (1992). *Orphelines en France, pionnières au Canada*. Leméac.
- Larin, R. (2000). *Brève histoire du peuplement européen en Nouvelle-France*. Les éditions du Septentrion.

- Lee-Thorp, J. A., Sealy, J. C., & Morris, A. G. (1993). Isotopic evidence for diets of prehistoric farmers in South Africa. *Prehistoric human bone: Archaeology at the molecular level*, 99-120.
- Longin, R. (1971). New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 230(5291), 241-242.
- Longinelli, A. (1984). Oxygen isotopes in mammal bone phosphate : A new tool for paleohydrological and paleoclimatological research? *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(2), 385-390.
- Makarewicz, C. A., & Sealy, J. (2015). Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues : Expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 56, 146-158.
- Mant, M., Nagel, A., & Prowse, T. (2016). Investigating Residential History Using Stable Hydrogen and Oxygen Isotopes of Human Hair and Drinking Water. *Journal of Forensic Sciences*, 61(4), 884-891.
- Matsubayashi, J., & Tayasu, I. (2019). Collagen turnover and isotopic records in cortical bone. *Journal of Archaeological Science*, 106, 37-44.
- Maurault, J. A. (1866). *Histoire des Abenakis depuis 1605 jusqu'à nos jours*. Imprimé à l'atelier typographique de la « Gazette de Sorel ».
- McMahon, S. F. (1985). A Comfortable Subsistence : The Changing Composition of Diet in Rural New England, 1620-1840. *The William and Mary Quarterly*, 42(1), 26.
- Menet, M.-C. (2011). Principes de la spectrométrie de masse. *Revue francophone des laboratoires*, 2011(437), 41-53.
- Millard, A. R., Annis, R. G., Caffell, A. C., Dodd, L. L., Fischer, R., Gerrard, C. M., Graves, C. P., Hendy, J., Mackenzie, L., & Montgomery, J. (2020). Scottish soldiers from the Battle of Dunbar 1650 : A prosopographical approach to a skeletal assemblage. *Plos one*, 15(12), e0243369.
- Minagawa, M., & Wada, E. (1984). Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains : Further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(5), 1135-1140.
- Minami, M., & Nakamura, T. (2005). Carbon and nitrogen isotopic fractionation in bone collagen during chemical treatment. *Chemical Geology*, 222(1-2), 65-74.
- Moore, J. J., Hughen, K. A., Miller, G. H., & Overpeck, J. T. (2001). Little ice age recorded in summer temperature reconstruction from varved sediments of Donard Lake, Baffin Island, Canada. *Journal of Paleolimnology*, 25(4), 503-517.

- Moorrees, C., Fanning, E., & Hunt, E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Dental Research*, 42(6), 1490-1502.
- Morland, F. (2009). *Nutrition et état de santé : Études paléochimique et paléopathologique de la population exhumée du cimetière protestant Saint-Matthew, ville de Québec, Canada (1771-1860)* [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Mrozowski, S. A. (2006). Environments of history : Biological dimensions of historical archaeology. Dans M. Hall & S. W. Silliman (Éds.), *Historical Archaeology* (p. 23-41). Blackwell Publishing.
- Müldner, G., & Richards, M. P. (2007). Stable isotope evidence for 1500 years of human diet at the city of York, UK. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(1), 682-697.
- Munkittrick, T. J. A., Varney, T. L., Pike, K.-A., & Grimes, V. (2019). Life histories from the Southside Cemetery, St. John's, Newfoundland : Insights into Royal Naval diet using stable isotopes. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24, 815-828.
- Naud, J.-F. (1997). *Lieux d'établissement des immigrants en Nouvelle-France* [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Nehlich, O. (2015). The application of sulphur isotope analyses in archaeological research : A review. *Earth-Science Reviews*, 142, 1-17.
- Nelson, B. K., Deniro, M. J., Schoeninger, M. J., De Paolo, D. J., & Hare, P. E. (1986). Effects of diagenesis on strontium, carbon, nitrogen and oxygen concentration and isotopic composition of bone. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 50(9), 1941-1949.
- Nitsch, E. K., Humphrey, L. T., & Hedges, R. E. M. (2010). The effect of parity status on  $\delta^{15}\text{N}$  : Looking for the "pregnancy effect" in 18th and 19th century London. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3191-3199.
- Nystrom, K. C., Amato, L. A., & Jankowitz, L. A. (2011). Strontium isotopic reconstruction of the composition of an urban free black population from the 19th century United States. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3505-3517.
- O'Connell, T. c., Kneale, C. j., Tasevska, N., & Kuhnle, G. g. c. (2012). The diet-body offset in human nitrogen isotopic values : A controlled dietary study. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(3), 426-434.
- Page, M. D. (2007). *Dietary reconstruction through Stable Isotope Analysis of the Moran French Colonial Cemetery of the Mississippi Gulf Coast* [Master dissertation]. University of Southern Mississippi.
- Paquet, G., & Wallot, J.-P. (2007). *Un Québec moderne, 1760-1840 : Essai d'histoire économique et sociale* (Vol. 149). Éditions Hurtubise HMH.



- Passey, B. H., Robinson, T. F., Ayliffe, L. K., Cerling, T. E., Sponheimer, M., Dearing, M. D., Roeder, B. L., & Ehleringer, J. R. (2005). Carbon isotope fractionation between diet, breath CO<sub>2</sub>, and bioapatite in different mammals. *Journal of Archaeological Science*, 32(10), 1459-1470.
- Patrimoine experts. (2005). *Surveillance archéologique au centre-ville de Sainte-Marie, été 2004*. ministère des Transports du Québec. Direction de Chaudière-Appalaches`.
- Pederzani, S., & Britton, K. (2019). Oxygen isotopes in bioarchaeology : Principles and applications, challenges and opportunities. *Earth-Science Reviews*, 188, 77-107.
- Pellegrini, M., & Snoeck, C. (2016). Comparing bioapatite carbonate pre-treatments for isotopic measurements : Part 2—Impact on carbon and oxygen isotope compositions. *Chemical Geology*, 420, 88-96.
- Pelto, G. H., Goodman, A. H., & Dufour, D. L. (2000). The biocultural perspective in nutritional anthropology. Dans A. H. Goodman, D. L. Dufour, & G. H. Pelto (Éds.), *Nutritional Anthropology : Biocultural Perspectives on Food and Nutrition* (2nd Edition, p. 1-10). Mayfield.
- Pestle, W. J. (2010). Chemical, elemental, and isotopic effects of acid concentration and treatment duration on ancient bone collagen : An exploratory study. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3124-3128.
- Pestle, W. J., Crowley, B. E., & Weirauch, M. T. (2014). Quantifying Inter-Laboratory Variability in Stable Isotope Analysis of Ancient Skeletal Remains. *PLoS ONE*, 9(7), e102844.
- Pfeiffer, S., Williamson, R. F., Sealy, J. C., Smith, D. G., & Snow, M. H. (2014). Stable dietary isotopes and mtDNA from Woodland period southern Ontario people : Results from a tooth sampling protocol. *Journal of Archaeological Science*, 42, 334-345.
- Piszkiwicz, D., Landon, M., & Smith, E. L. (1970). Anomalous cleavage of aspartyl-proline peptide bonds during amino acid sequence determinations. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 40(5), 1173-1178.
- Pothier, L. (1998). Vivre ses morts. *Continuité*, 76, 9-10.
- Privat, K. L., O'connell, T. C., & Richards, M. P. (2002). Stable Isotope Analysis of Human and Faunal Remains from the Anglo-Saxon Cemetery at Berinsfield, Oxfordshire : Dietary and Social Implications. *Journal of Archaeological Science*, 29(7), 779-790.
- Radkiewicz, J. L., Zipse, H., Clark, S., & Houk, K. (2001). Neighboring side chain effects on asparaginyl and aspartyl degradation : An ab initio study of the relationship between peptide conformation and backbone NH acidity. *Journal of the American Chemical Society*, 123, 3499-3506.

- Rand, A. J., & Nehlich, O. (2018). Diet and sulfur isotopes. *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, 1-4.
- Raynor, L. A., & Kennett, D. J. (2008). Dietary Variability among a Sample of United States Soldiers during the War of 1812. *Historical Archaeology*, 42(4), 76-87.
- Ribot, I., Morland, F., & Desrosiers, É. (2016). Ce que la composition chimique des ossements humains nous apprend sur la nutrition. Dans A.-M. Balac & F. Bélanger (Éds.), *Lumières sous la ville : Quand l'archéologie raconte Montréal* (p. 310). Recherches Amérindiennes au Québec.
- Richards, M. P., & Hedges, R. E. M. (1999). Stable Isotope Evidence for Similarities in the Types of Marine Foods Used by Late Mesolithic Humans at Sites Along the Atlantic Coast of Europe. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 717-722.
- Roberts, P., Weston, S., Wild, B., Boston, C., Ditchfield, P., Shortland, A. J., & Pollard, A. M. (2012). The men of Nelson's navy : A comparative stable isotope dietary study of late 18th century and early 19th century servicemen from Royal Naval Hospital burial grounds at Plymouth and Gosport, England. *American Journal of Physical Anthropology*, 148(1), 1-10.
- Rosenberg, I. M. (2005). *Protein analysis and purification : Benchtop techniques* (2nd edition). Birkhäuser.
- Ruddel, D. T. (1991). *Québec 1765-1832 : L'évolution d'une ville coloniale*. University of Ottawa Press.
- Samuel, D. (1996). Approaches to the archaeology of food. *Petits propos culinaires 54 Essays and notes on food, cookery and cookery books*, 12-21.
- Scheuer, L., & Black, S. (2007). *Developmental Juvenile Osteology*. Elsevier Academic Press.
- Schlacher, T. A., & Connolly, R. M. (2014). Effects of acid treatment on carbon and nitrogen stable isotope ratios in ecological samples : A review and synthesis. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(6), 541-550.
- Schoeninger, M. J., & DeNiro, M. J. (1984). Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(4), 625-639.
- Schoeninger, M. J., DeNiro, M. J., & Tauber, H. (1983). Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science*, 220(4604), 1381-1383.

- Schwarcz, H. P., Chisholm, B. S., & Burchell, M. (2014). Isotopic studies of the diet of the people of the coast of British Columbia. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(3), 460-468.
- Schwarcz, H. P., Melbye, J., Anne Katzenberg, M., & Knyf, M. (1985). Stable isotopes in human skeletons of Southern Ontario : Reconstructing Palaeodiet. *Journal of Archaeological Science*, 12(3), 187-206.
- Schwarcz, H. P., & Schoeninger, M. J. (1991). Stable isotope analyses in human nutritional ecology. *American Journal of Physical Anthropology*, 34(S13), 283-321.
- Scott, G. R., & Turner, C. G. (2000). *The anthropology of modern human teeth : Dental morphology and its variation in recent human populations* (1st pbk. ed). Cambridge University Press.
- Sealy, J. C., Armstrong, R., & Schrire, C. (1995). Beyond lifetime averages : Tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeleton. *Antiquity*, 290-300.
- Sealy, J. C., Van der Merwe, N. J., Hobson, K. A., Horton, D. R., Lewis, R. B., Parkington, J., Robertshaw, P., & Schwarcz, H. P. (1986). Isotope assessment and the seasonal-mobility hypothesis in the Southwestern Cape of South Africa [and comments and replies]. *Current Anthropology*, 27(2), 135-150.
- Sealy, J., Johnson, M., Richards, M., & Nehlich, O. (2014). Comparison of two methods of extracting bone collagen for stable carbon and nitrogen isotope analysis : Comparing whole bone demineralization with gelatinization and ultrafiltration. *Journal of Archaeological Science*, 47(0), 64-69.
- Sévigny, A. (1995). *Synthèse sur l'histoire de l'immigration au Canada via Québec entre 1815 et 1945*. Québec: Parcs Canada-Région du Québec.
- Simoneau, D. (2003). Église et cimetière Saint-Matthew, rapport de surveillance archéologique. *Ministère de la Culture et des Communications du Québec, Division design et patrimoine, Centre de développement économique et urbain, Ville de Québec (Unpublished Archaeological Report)*.
- Simpson, J. P., Penkman, K. E. H., Demarchi, B., Koon, H., Collins, M. J., Thomas-Oates, J., Shapiro, B., Stark, M., & Wilson, J. (2016). The effects of demineralisation and sampling point variability on the measurement of glutamine deamidation in type I collagen extracted from bone. *Journal of Archaeological Science*, 69, 29-38.
- Smith, B. N., & Epstein, S. (1971). Two Categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  Ratios for Higher Plants. *Plant Physiology*, 47(3), 380-384.

- Snoeck, C., & Pellegrini, M. (2015). Comparing bioapatite carbonate pre-treatments for isotopic measurements : Part 1—Impact on structure and chemical composition. *Chemical Geology*, 417, 394-403.
- Sofaer, J. R. (2006). *The body as material culture : A theoretical osteoarchaeology* (Vol. 4). Cambridge University Press.
- Stafford, T. W., Brendel, K., & Duhamel, R. C. (1988). Radiocarbon, 13C and 15N analysis of fossil bone : Removal of humates with XAD-2 resin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(9), 2257-2267.
- Stanley, G. F. (1950). The First Indian « Reserves » in Canada. *Revue d'histoire de l'Amérique française*, 4(2), 178-210.
- Steelink, C. (1963). What is humic acid? *Journal of Chemical Education*, 40(7), 379.
- Tauber, H. (1981). 13C evidence for dietary habits of prehistoric man in Denmark. *Nature*, 292(5821), 332-333.
- Tieszen, L. L., & Fagre, T. (1993). Carbon Isotopic Variability in Modern and Archaeological Maize. *Journal of Archaeological Science*, 20(1), 25-40.
- Toupin, R. (2015). *Évolution des pratiques alimentaires en cours de vie : Une étude isotopique multi-matérielle de la population du cimetière Saint-Matthew (Québec, 1771-1860)* [Mémoire de maîtrise]. Université de Montréal.
- Trickett, M. A. (2006). *A tale of two cities : Diet, health and migration in post-medieval Coventry and Chelsea through biographical reconstruction, osteoarchaeology and isotope biogeochemistry* [PhD Thesis]. Durham University.
- Trudel, M. (1973). *La population du Canada en 1663*. Fides.
- Trudel, M., & d'Allaire, M. (2004). *Deux siècles d'esclavage au Québec*. Éditions Hurtubise HMH.
- Tsutaya, T., Gakuhari, T., Asahara, A., & Yoneda, M. (2017). Isotopic comparison of gelatin extracted from bone powder with that from bone chunk and development of a framework for comparison of different extraction methods. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11, 99-105.
- Tuross, N. (2012). Comparative decalcification methods, radiocarbon dates, and stable isotopes of the VIRI bones. *Radiocarbon*, 54(3-4), 837-844.
- Tuross, N., Fogel, M. L., & Hare, P. E. (1988). Variability in the preservation of the isotopic composition of collagen from fossil bone. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(4), 929-935.

- Ubelaker, D. H., & Owsley, D. W. (2003). Isotopic evidence for diet in the seventeenth-century colonial Chesapeake. *American Antiquity*, 68(1), 129-139.
- Urey, H. C. (1947). The Thermodynamic Properties of Isotopic Substances. *Journal of Chemical Society*, 562-581.
- van der Merwe, N. J., Williamson, R. F., Pfeiffer, S., Thomas, S. C., & Allegretto, K. O. (2003). The Moatfield ossuary : Isotopic dietary analysis of an Iroquoian community, using dental tissue. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22(3), 245-261.
- Vanderpool, E. (2011). *Bioarchaeological Investigations of Community and Identity at the Avondale Burial Place (McArthur Cemetery), Bibb County, Georgia* [Master dissertation]. Georgia State University.
- van Klinken, G. J. (1999). Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 687-695.  
<https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0385>
- Vézina, H., Jomphe, M., Lavoie, È.-M., Moreau, C., & Labuda, D. (2012). L'apport des données génétiques à la mesure généalogique des origines amérindiennes des Canadiens français. *Cahiers québécois de démographie*, 41(1), 87-105.
- Vigeant, J. (2012). *Immigration et alimentation à Montréal aux XVIIe et XVIIIe siècles : Essai d'interprétation à partir d'analyses isotopiques sur des populations archéologiques* [Mémoire de maîtrise, Université de Montréal].
- Vigeant, J., Gutierrez, E., & Hélie, J.-F. (2021). Impact of varying HCl concentrations on the  $\delta^{15}\text{N}$  values of human rib bones used for dietary reconstruction. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37, 102934.
- Vigeant, J., Ribot, I., & Hélie, J.-F. (2017). Dietary habits in New France during the 17th and 18th centuries : An isotopic perspective. *American Journal of Physical Anthropology*, 162(3), 462-475.
- Vigeant, J., Ribot, I., & Hélie, J.-F. (2022). Investigating individual migration life histories : An isotopic case study from 17th to 18th century Nouvelle France. *American Journal of Biological Anthropology*, 177(2), 232-248.
- Vigeant, J., Ribot, I., & Hélie, J.-F. (submitted). Three centuries of cultural diversity in the St. Lawrence Valley, Canada : An exploration using stable carbon and oxygen isotopes. *American Antiquity*.
- Vogel, Johanna. C., & van der Merwe, N. J. (1977). Isotopic Evidence for Early Maize Cultivation in New York States. *American Antiquity*, 42(2), 238-242.

- Waters-Rist, A. L., & Katzenberg, M. A. (2009). The effect of growth on stable nitrogen isotope ratios in subadult bone collagen. *International Journal of Osteoarchaeology*, 20 (2), 172-191.
- Watts, C. M., White, C. D., & Longstaffe, F. J. (2011). Childhood diet and Western Basin tradition foodways at the Krieger site, southwestern Ontario, Canada. *American Antiquity*, 76(3), 446-472.
- White, C. D., & Armelagos, G. J. (1997). Osteopenia and stable isotope ratios in bone collagen of Nubian female mummies. *American Journal of Physical Anthropology*, 103(2), 185-199.
- Wright, L. E., & Schwarcz, H. P. (1998). Stable Carbon and Oxygen Isotopes in Human Tooth Enamel : Identifying Breastfeeding and Weaning in Prehistory. *American Journal of Physical Anthropology*, 106, 1-18.
- Zhu, M., & Sealy, J. (2019). Multi-tissue stable carbon and nitrogen isotope models for dietary reconstruction : Evaluation using a southern African farming population. *American journal of physical anthropology*, 168(1), 145-153.
- Zvelebil, M., & Weber, A. W. (2013). Human bioarchaeology : Group identity and individual life histories – Introduction. *Journal of Anthropological Archaeology*, 32(3), 275-279.

**Annexe 1.** (chapitre 1) Test de normalité et test de comparaison de moyennes des teneurs isotopiques compilées, par auteur, pour les populations archéologiques de la vallée du Saint-Laurent

**Shapiro-Wilks, test de normalité**

Auteur	$\delta^{13}\text{C}$ coll-os			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}$ carb-os			$\delta^{13}\text{C}$ carb-dent			$\delta^{18}\text{O}$ carb-dent		
	Statistique	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.
<b>Vieux Cimetière de Trois-Rivières, vers 1650-1865</b>															
Ethnoscop 2015	,790	5	,066	,779	5	,054	,836	5	,154	,862	4	,269	,933	4	,611
<b>Notre-Dame, Montréal, 1691-1796</b>															
Morland 2010	,644	49	<,001	,981	49	,629									
Vigeant 2012	,703	45	<,001	,970	45	,299	,962	45	,140	,976	63	,248	,907	63	<,001
Vigeant 2023	,770	54	<,001	,802	54	<,001	,944	55	,013						
Cette étude	,,083	114	<,001	,115	114	,004	,992	98	,808	,971*	64	,145	,910*	64	<,001
<b>Sainte-Marie, Beauce, 1748-1878</b>															
Toupin 2015	,575	9	<,001	,801	9	,021	,747	9	,005	,559	7	<,001	,750	7	,013
Vigeant 2023	,820	22	<,001	,897	22	,026	,951	14	,578	,944	14	,432	,814	15	,006
Cette étude	,820	22	,001	,897	22	,025	,948	14	,523	,505	22	<,001	,807	22	<,001
<b>Saint-Matthew, Québec, 1771-1860</b>															
Morland 2009	,946	82	,002	,981	82	,001									
Caron 2013										,792	34	<,001	,961	34	,254
Toupin 2015	,890	9	,199	,919	9	,383	,969	40	,324	,932	10	,472	,820	10	,025
Vigeant 2023	,954	44	,077	,935	44	,745	,972	50	,278	,970	43	,313	,951	43	,064
Cette étude	,208	135	<,001	,224	135	<,001	,989	90	,669	,879	80	<,001	,938	80	<,001

\* Une seule donnée a été ajoutée en 2023, elle est compilée avec celles produites antérieurement

### Test de t de Student

Auteur	$\delta^{13}\text{C}$ coll-os			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}$ carb-os			$\delta^{13}\text{C}$ carb-dent			$\delta^{18}\text{O}$ carb-dent		
	t	dl	Sig.	t	dl	Sig.	t	dl	Sig.	t	dl	Sig.	t	dl	Sig.
Notre-Dame, Montréal, 1691-1796															
Morland 2010 vs Vigeant 2012				-1,018	92	,311									
Saint-Matthew, Québec, 1771-1860															
Caron 2013 vs Vigeant 2023													1,347	66,271	,182
Toupin 2015 vs Vigeant 2023	-,618	51	,539	-,076	51	,940	5,479	88	<,001	1,509	51	,137			

### Test de U de Mann-Whitney

Auteur	$\delta^{13}\text{C}$ coll-os			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}$ carb-os			$\delta^{13}\text{C}$ carb-dent			$\delta^{18}\text{O}$ carb-dent		
	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.
Notre-Dame, Montréal, 1691-1796															
Morland 2010 vs Vigeant 2012	1007	-,723	,469												
Morland 2010 vs Vigeant 2023	1256,5	-,440	,660	1302	-,139	,890									
Vigeant 2012 vs Vigeant 2023	1038,5	-1,246	,213	1096,5	-,833	,405	1144	-,648	,517						
Morland 2010 vs Vigeant	2396,5	-,118	,906	2283,5	-,579	,563									
Sainte-Marie, Beauce, 1748-1878															
Toupin 2015 vs Vigeant 2023	98,5	-,022	,982	3,5	-4,163	<,001	1,0	-3,909	<,001	14,5	-2,685	,007	40,5	-,849	,396
Saint-Matthew, Québec, 1771-1860															
Morland 2009 vs Toupin 2015	352,5	-,220	,826	286,5	-1,098	,272									
Morland 2010 vs Vigeant 2023	1752	-,266	,790	1398,5	-2,077	,038									
Caron 2013 vs Toupin 2015										161	-,253	,801	77,5	-2,595	,009
Caron 2013 vs Vigeant 2023										551,5	-1,843	,065			
Toupin 2015 vs Vigeant 2023													115	-2,275	,023



**Annexe 2.** (chapitre 1) Test de normalité des teneurs isotopiques compilées de la littérature spécialisée pour les populations archéologiques Nord-Américaines et Européennes

<b>Shapiro-Wilks, test de normalité</b>														
$\delta^{13}\text{C}$ coll-os			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}$ carb-os			$\delta^{13}\text{C}$ carb-dent			$\delta^{18}\text{O}$ carb-dent		
Statistique	ddl	Sig.	Statistique	ddl	Sig.	Statistique	ddl	Sig.	Statistique	ddl	Sig.	Statistique	ddl	Sig.
<b>Autochtones de la région des Grands Lacs</b>														
,944	27	,151	,960	27	,363	,913	17	,113	,978	55	,410	,845	10	,051
<b>Béothuks, Terre-Neuve</b>														
,928	28	,055	,970	28	,583									
<b>Acadiens, Nouvelle-France</b>														
,858	29	,001	,921	29	,032									
<b>Louisianais, Nouvelle-France</b>														
,394	26	<,001	,951	26	,239			,924	5	,553				
<b>Canadiens, Terre-Neuviens</b>														
,927	60	,001	,968	60	,110									
<b>Canadiens, Ontariens</b>														
,892	101	<,001	,957	101	,002	,922	18	,141						
<b>Canadiens, Montréalais et Terre-Neuviens combinés</b>														
									,929	9	,469	,985	5	,986
<b>Colons, Nouvelle-Angleterre</b>														
,896	25	,015	,961	25	,443	,952	25	,275						
<b>Américains, États-Unis</b>														
,985	108	,246	,991	108	,691	,981	100	,160	,964	31	,364	,900	31	,007
<b>Africains-Américains libres ou mis en esclavage</b>														
,982	48	,666	,978	48	,492	,955	46	,073	,875	12	,075	,881	12	,089
<b>Français</b>														
,264	117	<,001	,358	117	<,001	,989	13	,999	,901	12	,164	,966	32	,406
<b>Britanniques</b>														
,938	527	<,001	,986	527	<,001				,981	18	,958	,977	82	,155

Écossais															
													,898	13	,127
Irlandais															
,868	20	,011	,940	20	,244										

**Annexe 3.** (chapitre 2) %N, %C and C:N measured for untreated and treated aliquots

		n	%N			%C			C:N		
			$\bar{x}$	s	Values	$\bar{x}$	s	Values	$\bar{x}$	s	Values
Untreated	0-125	3	3.7	0.0	3.7; 3.7; 3.8	11.9	0.2	11.7; 11.9; 12.2	3.7	0.1	3.6; 3.7; 3.8
	125-1	3	4.2	0.1	4.1; 4.1; 4.2	12.7	0.4	12.4; 12.7; 13.2	3.6	0.1	3.5; 3.5; 3.7
	>1	3	4.5	0.1	4.4; 4.5; 4.6	13.2	0.2	12.9; 13.2; 13.4	3.4	0.0	3.4; 3.4; 3.5
	<b>Total</b>	9	4.1	0.3		12.6	0.6		3.6	0.1	
1% HCl	A	3	6.1	0.5	5.6; 6.3; 6.4	16.9	1.0	15.7; 17.5; 17.5	3.2	0.1	3.2; 3.2; 3.3
	B	3	5.7	1.0	5.0; 5.2; 6.9	16.8	2.7	15.0; 15.3; 19.9	3.4	0.1	3.4; 3.4; 3.5
	C	3	7.6	0.3	7.2; 7.7; 7.8	21.1	0.6	20.6; 21.1; 21.7	3.2	0.1	3.1; 3.3; 3.3
	D	3	8.1	1.1	7.2; 7.9; 9.3	23.7	2.6	21.2; 23.7; 26.3	3.4	0.1	3.3; 3.4; 3.5
	<b>Total</b>	12	6.9	1.3		19.6	3.5		3.3	0.1	
2% HCl	A	3	6.6	0.8	6.0; 6.4; 7.6	17.6	1.9	15.9; 17.2; 19.7	3.1	0.1	3.0; 3.1; 3.2
	B	3	6.5	0.6	5.8; 6.7; 7.0	18.1	1.4	16.8; 17.8; 19.6	3.2	0.1	3.1; 3.3; 3.4
	C	3	6.6	0.4	6.2; 6.7; 7.0	18.7	1.1	17.5; 18.9; 19.7	3.3	0.0	3.3; 3.3; 3.3
	D	3	8.6	1.6	7.6; 7.7; 10.4	24.1	3.6	21.6; 22.6; 28.2	3.3	0.2	3.2; 3.3; 3.5
	<b>Total</b>	12	7.1	1.2		19.6	3.3		3.2	0.1	
5% HCl	A	3	16.4	0.2	16.2; 16.4; 16.6	37.6	1.5	36.1; 37.7; 39.1	2.7	0.1	2.5; 2.7; 2.8
	B	3	15.8	0.2	15.6; 15.8; 16.0	39.8	0.7	36.1; 39.7; 40.7	3.0	0.1	2.9; 2.9; 3.0
	C	3	15.2	0.2	15.0; 15.1; 15.4	39.5	0.4	39.2; 39.3; 39.9	3.0	0.1	3.0; 3.0; 3.1
	D	3	16.1	0.2	15.9; 16.1; 16.3	37.1	0.6	36.6; 37.1; 37.8	2.7	0.1	2.6; 2.7; 2.8
	<b>Total</b>	12	15.9	0.5		38.5	1.4		2.8	0.2	

**Annexe 4.** (chapter 3) Statistical test of mean comparison (Student-t test or Mann-Whitney-U test) for tooth enamel  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  between the St. Lawrence sites and comparative groups

**Student t-test**

Sites	$\delta^{18}\text{O}$			$\delta^{13}\text{C}$		
	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.
Trois-Rivières						
Notre-Dame				1.095	3.048	.176
Indigenous	-1.796	3.555	.078	-3.207	3.083	.024
Canadians	-.040	3.237	.485	1.087	3.050	.178
Louisianians				1.784	3.324	.082
Americans				-1.338	3.119	.135
Individuals of African descent, US	-4.601	14	<.001	-2.471	14	.013
French	-3.481	3.138	.019	2.479	3.152	.043
British	-2.957	3.053	.029	2.880	3.062	.031
Scottish	-3.164	15	.003			
Notre-Dame						
Indigenous				-29.804	117	<.001
Canadians				-.060	27.561	.476
Louisianians				2.946	5.266	.015
Americans				2.239	67	.014
Individuals of African descent, US				-15.205	93	<.001
French				-8.003	12.100	<.001
British				6.479	74	<.001

**Mann-Whitney, U-test**

Sites	$\delta^{18}\text{O}$			$\delta^{13}\text{C}$		
	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.
<b>Trois-Rivières</b>						
Notre-Dame	115.000	-.339	.735			
Sainte-Marie				9.000	-2.487	.013
St. Matthew				22.000	-2.899	.004
Americans	1.000	-3.165	.002			
<b>Notre-Dame</b>						
Sainte-Marie	399.000	-3.019	.003	134.000	-5.642	<.001
St. Matthew	1691.500	-3.492	<.001	375.000	-8.785	<.001
Indigenous	134.000	-2.941	.003			
Canadians	244.000	-.738	.460			
Americans	47.000	-7.500	<.001			
Individuals of African descent, US	59.000	-4.6390	<.001			
French	141.000	-6.863	<.001			
British	594.000	-8.007	<.001			
Scottish	93.000	-4.392	<.001			
<b>Sainte-Marie</b>						
St. Matthew	298.000	-4.735	<.001	752.000	-1.041	.298
Indigenous	13.000	-3.944	<.001	38.000	-6.395	<.001
Canadians	27.000	-3.133	.002	12.000	-3.786	<.001
Louisianians				29.000	-1.623	.105
Americans	6.000	-6.048	<.001	31.000	-5.598	<.001
Individuals of African descent, US	5.000	-4.577	<.001	10.000	-4.397	<.001
French	22.000	-5.811	<.001	108.000	-.865	.387
British	70.000	-6.624	<.001	58.000	-3.807	<.001
Scottish	10.000	-4.541	<.001			
<b>St. Matthew</b>						
Indigenous	295.000	-1.348	.178	.000	-9.852	<.001

Canadians	196.000	-2.232	.026	21.000	-4.613	<.001
Louisianians				91.500	-2.027	.043
Americans	81.000	-7.618	<.001	12.000	-8.072	<.001
Individuals of African descent, US	104.000	-4.359	<.001	4.000	-5.519	<.001
French	262.500	-6.554	<.001	437.500	-.493	.622
British	1168.000	-7.076	<.001	348.000	-3.413	<.001
Scottish	211.500	-3.418	<.001			

## Annexe 5. (chapitre 3) Complete enamel $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ dataset for the sites in the St. Lawrence Valley

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
<b>Old Cemetery of Trois-Rivières (1650 to 1865), n = 4</b>								
11J-S2	30-50	PM	Pm2	JV	-12.1	25.5	n.a.	Migration either from Louisiana or France
12A-S3	20-30	M	Pm2	JV	-7.2	22.1	n.a.	Local, Indigenous, warrior?
12A-S9	16	PM	Pm2	JV	-6.2	23.7	n.a.	Local, Indigenous, slave?
12A-S10	16-25	W	Pm2	JV	-13.1	21.6	n.a.	Local, French Canadian, or Indigenous raised by Europeans
<b>Notre-Dame Cemetery (1691 to 1796), n = 64</b>								
4B-S1	26-40	W	Pm1	JV	-9.9	24.4	0.10	Migration from North America, European descent (DNA, Martin-Moya, in prep), New Englander, prisoner?
4B1	Und.	Und.	Pm1	JV	-7.9	26.1	0.12	Migration from North America, possibly Indigenous or individual of African descent, slave?
4B2	Und.	Und.	Pm1	JV	-12.3	25.4	n.a.	Migration either from Louisiana or France
4C-S1	26-40	M	Pm2	JV	-10.5	23.1	0.13	Local, probably French Canadian
4C-S2	>41	M	Pm2	JV	-9.9	26.0	0.14	Migration from North America, European descent (DNA, Martin-Moya, in prep), New Englander, prisoner?
4D-S1	>41	M	M3	JV	-12.0	25.4	0.14	Migration either from Louisiana or France
4G-S1	>41	W	Pm1	JV	-12.1	23.3	0.13	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
4H-S1	>41	M	Pm2	JV	-10.1	22.3	0.09	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep)
4J1	Und.	Und.	M2	JV	-12.3	22.0	0.15	Local, probably French Canadian
4K-S2	>41	M	Pm2	JV	-8.5	25.4	0.13	Migration from North America, European descent (DNA, Harding et al. 2020), New Englander, prisoner?
4K-S3	12 to 17	M	Pm2	JV	-12.9	22.7	n.a.	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
4K1	18-25	W	Pm2	JV	-10.8	21.7	0.12	Local, probably French Canadian
4L-S3	12 to 17	M	Pm2	JV	-10.9	22.1	0.13	Local, probably French Canadian
4L-S4	>41	W	Pm2	JV	-10.9	23.9	0.13	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
4L-S6	12 to 17	M	Pm2	JV	-9.9	22.9	0.12	Local, European descent (DNA, Martin-Moya, in prep)
4M1	18-25	W	Pm2	JV	-10.0	27.4	0.17	Migration from North America, European descent (DNA, Martin-Moya, in prep), New Englander, prisoner?
4M1	18-25	M	M3	JV	-11.9	22.1	0.10	Local, probably French Canadian
4P2	Und.	Und.	Pm2	JV	-10.5	23.4	0.12	Local, probably French Canadian, privileged individual (inhumed <i>ad Sanctos</i> or within the church walls)
4P2 (2)	Und.	Und.	M3	JV	-12.1	24.0	0.13	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian? privileged individual (inhumed <i>ad Sanctos</i> )
4Q2	Und.	Und.	I2	JV	-9.2	26.0	0.13	Migration from North America, New Englander, prisoner?
9B1-S2	26-40	M	Pm2	JV	-13.1	26.2	0.13	Migration from Europe (DNA, Martin-Moya, in prep.)
9B1-S3	26-40	W	Pm2	JV	-12.8	23.1	0.13	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
9B1-S3 (2)	Und.	Und.	Pm2	JV	-12.9	22.3	0.14	Local, probably French Canadian
9D-S4	Und.	Und.	Pm	JV	-12.7	24.3	0.12	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?
11D-S1	>41	M	Pm1	JV	-11.1	26.0	0.14	Migration either from Louisiana or France, possibly of Basque descent (DNA, Harding et al., 2020)
11G-S1	12 to 17	M	Pm2	JV	-12.7	24.3	0.13	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?
11K-S4	12 to 17	W	Pm2	JV	-11.0	22.6	0.11	Local, probably French Canadian (B.-Hardy, 2015)
12A	Und.	Und.	Pm2	JV	-11.5	25.6	0.13	Migration either from Louisiana or France
12A-S2	26-40	W	Pm2	JV	-11.7	22.7	0.13	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12AA-S1	26-40	W	Pm1	JV	-11.8	26.6	0.15	Migration either from Louisiana or France, <i>Fille du Roi?</i> (Vigeant et al., 2021)
12AA-S5	>41	W	Pm2	JV	-12.4	21.4	0.12	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12AA-S10	18-25	W	Pm2	JV	-13.1	22.1	0.13	Local, French Canadian
12BB-S3	>41	M	Pm1	JV	-12.1	22.2	0.12	Local, probably French Canadian
12BB-S10	>41	W	I1	JV	-11.8	21.8	0.17	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12BB-S13	6	M	Pm1	JV	-11.6	22.4	0.16	Local, children, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)



Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
12C-S1	>41	M	Pm1	JV	-13.3	22.9	0.13	Local, probably French Canadian
12C-S2	12 to 17	Und.	Pm2	JV	-11.0	25.3	0.11	Migration either from Louisiana or France, migration before the age of 16 years old, French sailor? (Vigeant et al., 2021)
12CC-S1	12 to 17	Und.	I1	JV	-11.9	21.5	0.13	Local, probably French Canadian
12CC-S2	26-40	W	Pm2	JV	-11.3	23.9	0.16	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?
12CC-S2 (2)	12 to 17	Und.	M3	JV	-10.5	21.6	0.13	Local, probably French Canadian
12CC-S2 (A)	12 to 17	Und.	Pm2	JV	-12.0	22.4	0.12	Local, probably French Canadian
12CC-S2 (B)	18-25	Und.	Pm2	JV	-11.0	24.3	0.13	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?
12CC-S3	12 to 17	M	Pm2	JV	-9.0	22.4	0.14	Local, PIMA (B.-Hardy, 2015) or of African descent, slave?
12D	18-25	Und.	Pm2	JV	-12.0	21.9	0.10	Local, probably French Canadian
12D-S1	>41	M	Pm2	JV	-11.5	22.5	0.12	Local, probably French Canadian (DNA, Harding et al., 2020)
12DD-S2	Und.	Und.	Pm2	JV	-10.8	20.9	0.10	Local, probably French Canadian
12DD-S2 (2)	Und.	Und.	Pm2	JV	-11.7	21.3	0.10	Local, probably French Canadian
12DD-S5	18-25	W	Pm2	JV	-13.5	24.2	0.13	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian? (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12DD-S6	12 to 17	M	Pm1	JV	-12.4	21.5	0.14	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12DD-S7	18-25	W	Pm2	JV	-12.8	23.1	0.13	Local, probably French Canadian
12DD-S10	18-25	Und.	Pm2	JV	-12.3	23.0	0.16	Local, probably French Canadian
12E	12 to 17	Und.	C	JV	-13.1	22.0	0.14	Local, probably French Canadian
12EE-2	7-8	Und.	Pm2	JV	-11.5	22.9	0.19	Local, children, probably French Canadian
12EE-S1	26-40	M	Pm2	JV	-11.1	22.7	0.11	Local, probably French Canadian
12EE-S2	26-40	W	Pm2	JV	-13.1	23.6	0.16	Possibly intercontinental migration, Acadian or Louisianian?
12EE-S5	18-25	W	Pm2	JV	-12.5	22.8	n.a	Local, French Canadian
12V-S2 (c)	Und.	Und.	C	JV	-10.7	22.2	0.10	Local, probably French Canadian
12W-S11	4-5	Und.	Pm2	JV	-11.4	22.7	0.14	Local, children, probably French Canadian
12W-S11	18-25	M	Pm2	JV	-14.1	27.5	0.14	Migration from Europe (Vigeant et al., 2021)
12W-S13	18-25	M	Pm2	JV	-12.5	23.7	0.11	Probably intercontinental migration, Acadian or Louisianian?

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
12W-S14	Und.	M	Pm1	JV	-11.2	22.3	0.10	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12Z-S1	18-25	M	Pm2	JV	-12.1	22.3	0.11	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.)
12Z-S2	>41	M	Pm2	JV	-12.6	22.3	n.a.	Local, probably French Canadian
12Z-S3	>41	W	Pm2	JV	-10.4	23.3	0.12	Local, probably French Canadian (DNA, Martin-Moya, in prep.), high fish consumption in later life (Vigeant et al. 2017)
<b>Sainte-Marie Cemetery (1748-1878), n = 22</b>								
1G5	Adult	W	Pm2	JV	-13.8	22.0	n.a	Local, probably French Canadian
2A1	6	Und.	M2	RT	-13.5	20.7	3.2	Local, probably French Canadian
2A2	7	Und.	M2	RT	-13.3	22.4	3.2	Local, probably French Canadian
2B	Und.	Und.	Pm2	JV	-13.6	21.7	0.12	Local, probably French Canadian
2B5	40-50	M	Pm2	JV	-14.0	21.6	n.a	Local, probably French Canadian
2B8	20-30	M	Pm2	RT	-13.4	21.1	3.2	Local, probably French Canadian
2B11	40-50	W	Pm1	RT	-3.2	26.6	3.2	Probably intercontinental migration, possibly Indigenous?
2B14	20-30	W	Pm2	RT	-13.7	20.9	3.2	Local, probably French Canadian
2B15	20-30	M	M2	RT	-12.8	22.2	3.2	Local, probably French Canadian
2B16	40-50	W	Pm2	JV	-14.2	22.7	0.09	Local, probably French Canadian
2E8	16-20	M	Pm2	JV	-15.1	22.4	3.2	Local, probably French Canadian
2E13	16-20	W	Pm2	RT	-12.4	22.2	3.2	Local, probably French Canadian
2F	Und.	Und.	Pm2	JV	-14.8	22.1	n.a	Local, probably French Canadian
2F8	Und.	Und.	Pm2	JV	-13.6	22.3	0.14	Local, probably French Canadian
2G2	35-50	M	Pm2	JV	-13.0	21.6	0.14	Local, probably French Canadian
2G4	20-30	M	Pm2	JV	-14.3	24.8	n.a	Migration from France
2G6	20-35	W	Pm2	JV	-13.7	22.5	n.a	Local, probably French Canadian
2G12	45	W	Pm2	JV	-13.5	21.6	0.12	Local, probably French Canadian
2G17	Adult	Und.	Pm2	JV	-14.2	23.1	0.11	Local, probably French Canadian
2G17-A	Adult	Und.	Pm2	JV	-13.7	21.9	0.11	Local, probably French Canadian
2G17-B	Adult	Und.	Pm2	JV	-14.3	23.2	0.11	Local, probably French Canadian

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
2G17-C	Adult	Und.	Pm2	JV	-12.1	21.6	n.a	Local, probably French Canadian
<b>St. Matthew's Cemetery (1771-1860), n = 80</b>								
8C2.1 (ind.1)	35-49	M	M2	DC	-15.2	24.7	3.5	George Montgomery, doctor, Spouse of Isabelle Muir, died in 1830 migrant, probably from the British Isles
8C2.1 (ind.2)	35-49	W	M2	DC	-8.3	26.0	3.4	Isabelle Muir, spouse of Georges Montgomery, died in 1818 migrant, probably from Scotland C <sub>4</sub> diet at childhood: millet? sugarcane?
8D2.1	25-34	M	M2	DC	-12.9	25.1	3.4	Familial burial pit, migrant, probably from the British Isles
8E2.2	18-34	M	M2	RT	-13.9	23.2	3.4	Familial burial pit with 8E2.3, migrant possibly from Acadia or Newfoundland
8E2.3	35-49	PM	M2	DC	-13.3	25.1	3.3	Familial burial pit with 8E2.2, migrant, probably from the British Isles
8F1.1	25-34	W	M2	JV	-13.8	26.6	3.4	Migrant, probably from the British Isles
8F1.2.1	35-49	PW	M2	DC	-14.3	24.8	3.4	Migrant, probably from the British Isles
8F1.3	25-34	M	M2	JV	-12.9	26.5	3.4	Migrant, probably from the British Isles
8F1.4	15.5	M	M2	JV	-15.5	24.3	0.14	Migrant, probably from the British Isles
8F1.9	>50	W	M2	DC	-13.5	26.2	3.4	Migrant, probably from the British Isles
8F1.10	25-34	PW	M2	DC	-14.2	24.6	3.4	Migrant, probably from the British Isles
8F1.11	35-49	W	M2	JV	-13.9	26.1	0.11	Migrant, probably from the British Isles
8F1.12	35-49	M	M2	JV	-14.5	25.3	3.4	Migrant, probably from the British Isles
10A1.1#1	18-24	PW	M2	JV	-14.2	24.6	0.13	Migrant, probably from the British Isles
10A1.2	35-49	M	M2	JV	-13.1	25.0	3.4	Migrant, probably from the British Isles
10A1.2.14	35-49	Und.	M2	JV	-12.9	25.2	0.11	Migrant, probably from the British Isles
10A1.5	8 to 10	Und.	M2	JV	-14.4	21.7	0.14	Children, probably born in Quebec City
10A1.7	35-49	M	M2	JV	-14.8	26.3	3.4	Migrant, probably from the British Isles
10A1.11	25-34	PM	M2	JV	-13.3	26.4	3.4	Migrant, probably from the British Isles

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
10A1.12	35-49	M	M2	JV	-12.8	24.8	0.10	Migrant, probably from the British Isles
10A1.13	5 to 7	Und.	M2	JV	-12.7	20.9	0.16	Children, probably born in Quebec City
10A1.16D	35-49	M	M2	DC	-13.2	25.2	3.4	Migrant, probably from the British Isles
11A2.2	25-34	M	M2	DC	-14.0	23.6	3.4	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
11A2.3	25-34	PW	M2	DC	-12.5	24.4	3.4	Migrant, probably from the British Isles
11A2.5	1.5	Und.	Pm2	JV	-13.6	23.4	n.a	Children, migrant possibly from Acadia or Newfoundland
11A2.6	35-49	M	M2	DC	-13.3	24.0	3.5	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
11A2.6A	>18	W	M2	DC	-13.2	22.9	0.12	Local, probably born in Quebec City
11A2.7	>25	M	M2	DC	-14.9	25.1	0.10	Migrant, probably from the British Isles
11A2.8 #1	35-49	M	M2	DC	-9.2	21.9	3.4	Local, probably born in Quebec City, man of African descent? Born into slavery?
11A2.10	25-34	W	M2	DC	-14.1	23.6	3.3	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
12A1.14	5 to 7	Und.	M2	JV	-12.5	22.7	0.13	Children, probably born in Quebec City
12A2.2 ind 1	>35	M	M2	DC	-13.8	23.4	3.2	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
12A2.3	5 to 7	Und.	M2	JV	-13.3	20.0	0.11	Children, probably born in Quebec City
12A2.11	>35	M	M2	DC	-12.5	23.4	3.3	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
12A2.12	25-34	M	M2	DC	-14.3	23.8	3.3	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
12A2.14BC	11 to 13	Und.	M2	JV	-12.7	24.3	0.14	Migrant, probably from the British Isles
14B4	18-24	M	M2	DC	-12.9	24.3	3.4	Migrant, probably from the British Isles
14B5	35-49	M	M2	DC	-13.3	24.6	3.4	Migrant, probably from the British Isles
14B6	18-24	M	M2	DC	-13.1	24.6	3.4	Migrant, probably from the British Isles
14B7.1	7 to 8	Und.	M2	JV	-14.3	24.6	0.11	Children, migrant, probably from the British Isles
14B9	25-34	W	M2	DC	-14.2	25.1	3.5	Migrant, probably from the British Isles
14B10	18-34	PM	M2	DC	-15.7	21.6	3.4	Local, possibly born in Quebec City
14B11	>18	PW	M2	DC	-14.6	23.6	3.5	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
14B12	25-34	PM	M2	DC	-12.4	23.7	0.14	Huguenot, migrant probably from Acadia, Newfoundland or the Island of Jersey and Guernsey (Simoneau, 2003)

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
14C4	35-49	M	M2	DC	-13.8	24.8	3.5	Migrant, probably from the British Isles
15A-S1	>18	Und.	M2	JV	-15.4	21.3	0.12	Local, possibly born in Quebec City
15A-S2.1	35-49	M	M2	JV	-13.7	26.6	0.11	Migrant, probably from the British Isles
15A-S2-2	25-34	PW	M2	JV	-13.4	23.6	0.12	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
15A-S3	25-34	PM	M2	JV	-11.1	25.5	3.2	Migrant, probably from the British Isles
15A-S6	18-24	PM	M2	JV	-13.6	26.8	n.a	Migrant, probably from the British Isles
15A-S7	18-24	PW	M2	RT	-13.7	24.0	3.3	Migrant probably from Acadia, Newfoundland, or the British Isles
15A-S9	7 to 8	Und.	M2	JV	-14.2	22.6	0.12	Children, probably born in Quebec City
15A-S14	17.5-18.5	PW	M2	JV	-13.7	25.6	0.14	Migrant, probably from the British Isles
15A-S16	35-49	M	M2	RT	-14.3	25.8	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15A-S18	18-34	M	M2	RT	-14.3	25.9	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15A-S19	25-34	W	M2	RT	-14.1	25.3	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15A-S21	35-49	PM	M2	JV	-15.4	22.7	0.20	Local, possibly born in Quebec City
15A-S25	35-49	M	M2	RT	-13.4	26.4	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15A-S26	35-49	PM	M2	JV	-13.7	21.7	0.13	Local, possibly born in Quebec City
15A-S32	25-34	M	M2	JV	-15.1	25.0	0.13	Migrant, probably from the British Isles
15A-S36	18-24	W	M2	JV	-12.3	25.0	0.13	Migrant, probably from the British Isles
15A-S39	25-34	M	M2	JV	-12.7	24.5	0.14	Migrant, probably from the British Isles
15A-S42	18-34	M	M2	JV	-14.3	24.3	0.14	Migrant, probably from the British Isles
15A-S50	18-24	PW	M2	JV	-14.0	26.0	0.18	Migrant, probably from the British Isles
15B-S1	18-34	PW	M2	JV	-15.4	23.4	0.12	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
15B-S10	>50	PW	M2	JV	-15.2	23.4	0.14	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
15B-S13.1	6 to 7	Und.	M2	JV	-13.2	23.3	0.13	Children, migrant possibly from Acadia or Newfoundland
15B-S17	>18	PW	M2	JV	-15.3	22.7	0.16	Local, possibly born in Quebec City
15B-S18	35-49	PW	M2	JV	-15.3	22.8	0.13	Local, possibly born in Quebec City
15B-S19	25-34	PM	M2	JV	-15.0	23.0	0.12	Local, possibly born in Quebec City
15B-S22	18-34	PW	M2	JV	-13.5	22.1	0.12	Local, possibly born in Quebec City

Paleodemographic data			Enamel carbonate stable isotope data					<i>Hypothesis</i> <sup>5</sup>
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Sample <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	C:N or FTIR	
15B-S24	9 to 10	Und.	M2	JV	-13.4	20.3	0.14	Children, probably born in Quebec City
15B-S25	18-34	PM	M2	RT	-12.0	25.5	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15B-S26	18-24	PM	M2	JV	-14.6	25.3	0.13	Migrant, probably from the British Isles
15B-S28	25-34	M	M2	JV	-14.5	23.3	0.13	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
15B-S30	18-24	M	M2	JV	-13.8	25.8	0.12	Migrant, probably from the British Isles
15B-S31	18-49	PM	M2	RT	-13.0	25.6	3.3	Migrant, probably from the British Isles
15B-S32	>50	PW	M2	JV	-16.0	23.3	0.13	Migrant possibly from Acadia or Newfoundland
15B-S34	15-17	PW	M2	RT	-15.2	25.5	3.2	Migrant, probably from the British Isles
15B-S36	15-17	PW	M2	JV	-14.0	17.0	n.a	Migrant, Inuit? Enslaved? Died young

<sup>1</sup> Und. = Undetermined age-at-death;

<sup>2</sup> W = woman; M = man; PW = probably woman; PM = probably man; Und. = Undetermined sex;

<sup>3</sup> I1= central incisor; I2 = lateral incisor; C = canine; Pm 1= first permanent premolar; Pm2 = second permanent premolar; M2 = second permanent molar; M3 = third permanent molar

<sup>4</sup> DC = Caron 2013; JV = Ethnoscop, 2015; Vigeant, 2012; this study; RT = Toupin 2015

<sup>5</sup> PIMA= probably of Indigenous or mixed ancestry

**Annexe 6.** (chapitre 4) Complete  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  dataset for the sites in the St. Lawrence Valley

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
<b>Old Trois-Rivières Cemetery (1650-1865), n=5</b>									
11J-S2	30-50	PM	NA/EU, EU	JV	-18.9	11.0	3.6	-14.0	n.a.
12A-S2	<1	Und.	N.A.	JV	-19.8	12.3	3.6	-14.7	n.a.
12A-S3	20-30	M	LOCAL, IND	JV	-15.2	11.4	3.7	-11.2	n.a.
12A-S9	16	PM	LOCAL, IND	JV	-19.8	11.1	3.6	-13.6	n.a.
12A-S10	16-25	W	LOCAL, EU	JV	-20.5	11.2	3.6	-14.8	n.a.
<b>Notre-Dame Cemetery (Montreal, 1691-1796), n=126</b>									
1B-S2 ind.1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.2	11.9	3.3	-12.5	0.19
1B-S2 ind.3	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.1	3.3	-12.2	0.19
1B2-S3	Und.	Und.	N.A.	JV	-18.7	12.0	3.3	-13.4	0.15
1B2-S4	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.7	11.0	3.2	-12.5	0.13
4B-S1	26-40	W	NA, NE?	JV	-19.4	11.5	3.3	-12.7	n.a.
4B-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.8	11.5	3.4	-10.8	n.a.
4B2	Und.	Und.	NA/EU, EU	JV	-19.8	11.2	3.3	-12.5	n.a.
4C	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.8	10.8	3.3	-13.1	n.a.
4C-S1	26-40	M	LOCAL, EU	JV	-19.4	11.2	3.3	-12.0	0.09
4C-S2	>41	M	NA, NE?	JV	-19.5	12.6	3.3	-13.3	n.a.
4C-S3	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.8	9.8	3.5		
4C1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.2	3.5	-12.3	0.11
4D-S1	>41	M	NA/EU, EU	JV	-19.1	11.6	3.3	-12.0	0.18
4G-S1	>41	W	LOCAL, EU	JV	-19.4	12.0	3.3	-12.7	n.a.
4H-S1	>41	M	LOCAL, EU	JV	-19.5	10.8	3.5	-12.6	n.a.
4J-S2	Und.	W	N.A.	JV	-19.0	11.9	3.3	-10.7	0.21
4K1	18-25	W	LOCAL, EU	JV	-19.5	10.5	3.4	-11.9	n.a.
4K2	Und.	Und.	N.A.	FM	-20.1	11.1	3.2		
4K-S2	>41	M	NA, NE?	JV	-19.5	12.3	3.3	-11.5	n.a.
4K-S3	12-17	M	LOCAL, EU	JV	-20.5	10.9	3.4	-12.1	n.a.
4K-S3 (2 <sup>nd</sup> ind.)	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.5	3.2	-12.2	n.a.
4L	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.9	11.1	3.2	-12.5	0.21
4L2	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.1	11.8	3.3		
4L-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.4	3.3		
4L-S2	>41	Und.	N.A.	FM	-19.6	11.1	3.3	-13.4	0.21
4L-S3	12-17	M	LOCAL, EU	JV	-19.8	11.5	3.4	-13.0	n.a.
4L-S4	>41	W	NA, EU	JV	-19.2	11.0	3.3	-12.6	n.a.
4L-S6	12-17	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.9	12.7	3.4	-13.2	0.13
4M1	18-25	W	NA, NE?	JV	-19.6	13.0	3.3	-12.3	n.a.
4M1	18-25	M	LOCAL, EU	JV				-12.5	n.a.
4P1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.7	10.6	3.2	-12.6	0.19
4P2 (3)	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.8	12.2	3.4	-13.8	n.a.
4Q2	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.9	11.3	3.2		

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
9B1-S1	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.5	11.8	3.4		
9B1-S2	26-40	M	EU, EU	JV	-18.9	13.9	3.2	-12.0	n.a.
9B1-S3	26-40	W	LOCAL, EU	JV	-19.7	14.4	3.2	-11.4	n.a.
*9C1	Und.	Und.	N.A.	JV	-22.6	8.1	3.9	-16.6	n.a.
9D-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.7	3.2	-14.3	n.a.
9D-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	12.6	3.2	-14.8	0.14
9D-S4	Und.	Und.	NA, EU	JV	-19.8	11.8	3.3	-12.8	0.12
10A1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	12.2	3.4	-12.6	n.a.
11C-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	12.0	3.3	-11.9	n.a.
11D-S1	>41	M	NA/EU, EU	JV	-19.1	12.5	3.3	-13.0	n.a.
11F-S1	Und.	M	N.A.	JV	-19.0	12.6	3.3	-10.9	0.19
11G-S1	12-17	M	NA, EU	JV	-20.1	9.8	3.3	-13.4	n.a.
11H-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.9	9.8	3.4	-10.6	0.14
11K-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.2	11.7	3.3	-13.1	n.a.
11K-S4	12-17	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.8	10.6	3.3	-11.6	n.a.
12A	Und.	Und.	NA/EU, EU	JV	-19.9	11.2	3.3	-11.5	0.15
12A-S2	26-40	W	LOCAL, EU	JV	-20.0	11.0	3.5	-12.1	n.a.
12A-S3	Und.	Und.	N.A.	JV	-20.3	9.9	3.2	-12.8	0.14
12A-S4	Und.	Und.	N.A.	JV	-20.6	7.3	3.3	-11.1	0.19
12AA-S1	26-40	W	NA/EU, EU	JV	-19.4	10.9	3.4	-12.4	n.a.
*12AA-S5	>41	W	LOCAL, EU	JV	-19.8	11.9	3.9	-12.1	n.a.
12AA-S6	Und.	Und.	N.A.	FM	-20.4	10.2	3.3		
12AA-S8	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.9	11.5	3.4	-10.8	0.12
12AA-S9	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.8	10.4	3.3	-13.2	0.17
12AA-S10	18-25	W	LOCAL, EU	JV	-19.6	10.7	3.2	-11.4	n.a.
12AA-S12	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.5	11.6	3.3		
12AA-S13	Und.	Und.	N.A.	JV	-18.8	11.1	3.2	-11.7	n.a.
12B-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	*-20.8	7.2	3.8	-10.2	0.18
12BB-S2	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.8	12.3	3.3	-12.7	n.a.
12BB-S3	>41	M	LOCAL, EU	JV	-19.6	10.5	3.3	-12.3	n.a.
12BB-S7	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	12.1	3.3		
12BB-S10	>41	W	LOCAL, EU	JV	-19.7	10.0	3.3	-12.3	n.a.
12BB-S12	Und.	Und.	N.A.	JV				-11.6	n.a.
12BB-S13	6	M	LOCAL, EU	JV	-19.5	12.2	3.3	-12.8	0.12
12BB-S13	<2	Und.	N.A.	FM	-19.7	11.8	3.3		
12C	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.3	12.6	3.2		
*12C-S1	>41	M	LOCAL, EU	JV	-20.2	10.6	3.7	-12.2	n.a.
12C-S2	12-17	Und.	NA/EU, EU	JV	-20.0	9.8	3.3	-11.7	n.a.
12CC-S1	12-17	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.8	10.3	3.3	-11.8	n.a.
12CC-S2	26-40	W	NA, EU	JV	-19.4	12.7	3.2	-12.8	n.a.
12CC-S2 (2)	12-17	Und.	LOCAL, EU	JV	-16.2	11.1	3.4	-13.2	n.a.
12CC-S2 (A)	12-17	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.9	10.8	3.2	-11.4	n.a.
12CC-S2 (B)	18-25	Und.	NA, EU	JV	-19.5	12.0	3.3	-11.9	n.a.
12CC-S3	12-17	M	LOCAL, IND?	JV	-19.8	12.1	3.3	-11.4	n.a.



Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
12D	18-25	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.8	10.7	3.3	-12.5	n.a.
12D-S1	>41	M	LOCAL, EU	JV	-19.6	11.9	3.3	-12.2	n.a.
12DD-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-18.8	11.6	3.3	-11.1	n.a.
*12DD2	Und.	Und.	N.A.	JV	-20.9	8.5	3.6		
12DD-S2	Und.	Und.		FM	-19.3	13.0	3.3		
12DD-S2 (2)	Und.	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.3	11.6	3.3		
12DD-S3	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.7	10.1	3.3		
12DD-S5	18-25	W	NA, EU	JV	-19.6	11.5	3.2	-12.0	n.a.
12DD-S6	12-17	M	LOCAL, EU	JV	-18.9	11.0	3.2		
12DD-S7	18-25	W	LOCAL, EU	JV	-20.2	12.4	3.3	-11.5	n.a.
12DD-S9	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.3	3.3	-11.6	0.13
12DD-S10	18-25	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.9	11.3	3.5	-11.9	n.a.
12E-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.7	10.5	3.4	-12.4	0.16
12EE-2	7-8	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.7	11.6	3.4	-11.7	n.a.
12EE-S1	26-40	M	LOCAL, EU	JV	-19.6	11.4	3.5	-11.5	n.a.
12EE-S2	26-40	W	NA, EU	JV	-19.5	12.2	3.4	-12.9	n.a.
12EE-S5	18-25	W	LOCAL, EU	JV	-19.3	12.9	3.5	-12.0	n.a.
12EE-S10	Und.	Und.	N.A.	JV				-12.0	n.a.
12F	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	10.9	3.3	-11.3	0.16
12FF2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.8	3.3	-10.2	0.19
12FF-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.2	3.4	-11.6	0.14
12N	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.0	11.3	3.3		
12N2	Und.	Und.	N.A.	JV				-11.3	n.a.
12Q-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.2	12.1	3.3	-12.1	n.a.
12Q-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.8	11.7	3.2	-13.6	n.a.
12U-S2	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.5	11.6	3.3		
12W	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.6	11.1	3.3		
12W-S2	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.6	11.2	3.3		
12W-S4	2	Und.	N.A.	FM	-19.9	10.6	3.3		
12W-S4	3	Und.	N.A.	FM	-19.6	11.4	3.3		
12W-S11	18-25	M	EU, EU	JV	-19.3	12.6	3.5	-12.7	n.a.
12W-S12	Und.	Und.	N.A.	FM	-19.0	11.9	3.3		
12W-S13	18-25	M	NA, EU	JV	-19.2	10.6	3.3	-13.0	n.a.
12W-S14	Und.	M	LOCAL, EU	JV	-20.1	9.8	3.3	-11.8	n.a.
12Z-S1	18-25	M	LOCAL, EU	JV	-19.4	11.5	3.3	-12.5	n.a.
12Z-S2	>41	M	LOCAL, EU	JV	-19.6	10.2	3.4	-12.8	n.a.
12Z-S3	>41	M	LOCAL, EU	JV	-16.7	12.0	3.4	-11.4	n.a.
20AA-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.4	11.9	3.3	-12.3	n.a.
20AA-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.2	12.1	3.3	-12.4	n.a.
23A1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.5	12.3	3.2		
23A1-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-20.1	12.0	3.3		
23A1-S4	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.6	12.2	3.2	-12.9	n.a.
23A2-S1	Und.	Und.	N.A.	JV				-14.1	n.a.
23B2	Und.	Und.	N.A.	JV				-11.7	n.a.
23C3	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.7	10.9	3.3	-11.2	n.a.

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
23D3	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.6	11.1	3.2	-12.2	0.20
23D3-S1	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.7	10.7	3.4	-10.3	0.15
23D3-S2	Und.	Und.	N.A.	JV	-19.0	12.3	3.3	-11.5	n.a.
<b>Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878), n=22</b>									
1G5	Adult	W	LOCAL, EU	JV	-20.5	10.2	3.3	-15.8	0.11
2A11	40-50	W	N.A.	JV	-20.4	9.4	3.3	-15.5	n.a.
2A14	40-50	W	N.A.	JV	-20.1	10.2	3.2	-15.0	n.a.
2B	Adult	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.8	10.2	3.2	-14.9	n.a.
2B3	40-50	W	N.A.	JV	-20.5	10.2	3.2	-15.8	n.a.
2B5	40-50	M	LOCAL, EU	JV	-20.7	9.8	3.2	-16.6	n.a.
2B7	20-30	M	N.A.	JV	-20.5	9.7	3.2		
2B9	40-50	W	N.A.	JV	-20.3	10.7	3.2	-16.1	n.a.
2B10	40-50	M	N.A.	JV	-20.1	10.0	3.3	-15.2	n.a.
2B16	40-50	W	LOCAL, EU	JV	-20.4	10.5	3.2	-16.0	n.a.
2E9	35-45	F	N.A.	JV	-21.1	9.0	3.2	-16.3	n.a.
2E11	25-40	F	N.A.	JV	-20.7	9.9	3.2	-16.2	n.a.
2 E14	30-45	W	N.A.	JV	-20.4	10.6	3.3	-16.7	n.a.
2F	Adult	Und.	N.A.	JV	-20.6	11.2	3.3	-15.1	n.a.
2F1	40-50	M	N.A.	JV	-20.7	11.1	3.4		
2F5	Adult	W	N.A.	JV	-18.9	12.5	3.3	-14.3	n.a.
2G4	20-30	M	EU, EU	JV	-21.1	11.8	3.2		
2G6	20-35	W	LOCAL, EU	JV	-20.8	10.3	3.2		
2G12	45	W	LOCAL, EU	JV	-20.9	10.6	3.3		
2G17-A	Adult	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.5	9.7	3.2		
2G17-B	Adult	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.8	9.5	3.2		
2G17-C	Adult	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.2	10.4	3.2		
<b>St. Matthew's Cemetery (Quebec City, 1771-1860), n=145</b>									
8C2.1 (ind.1)	35-49	M	EU, EU	FM/RT	-19.5	11.4	3.2	-11.1	n.a.
8C2.1 (ind.2)	35-49	W	EU, SCOT?	FM/RT	-18.4	12.6	3.3	-9.0	n.a.
8C2.1#3	2	Und.	N.A.	FM/JV	-20.3	11.1	3.2	-11.5	0.28
8D2.1	25-34	M	EU, EU	FM/RT	-19.8	11.1	3.3	-10.0	n.a.
8E2.2	18-34	M	NA, EU	FM/RT	-19.4	10.4	3.3	-11.7	n.a.
8E2.3	35-49	PM	EU, EU	FM/RT	-20.3	12.2	3.4	-11.1	n.a.
8E2.4	<1	Und.	N.A.	FM	-19.6	11.2	3.4		
8F1.1	25-34	W	EU, EU	FM	-20.0	12.1	3.3		
8F1.1#2	0	Und.	N.A.	FM	-17.9	13.9	3.3		
8F1.2.1	35-49	PW	EU, EU	FM/RT	-20.3	10.2	3.4	-11.4	n.a.
8F1.2#2	<1	Und.	N.A.	FM	-19.8	12.2	3.2		
8F1.3	25-34	M	EU, EU	FM/RT	-17.3	13.2	3.4	-10.4	
8F1.4	15.5	M	EU, EU	FM/JV	-20.1	11.9	3.2	-13.0	0.21
8F1.4#1	1	Und.	N.A.	FM	-19.8	12.5	3.4		
8F1.4#2	0	Und.	N.A.	FM	-19.8	11.4	3.2		
8F1.4#3	5-7	Und.	N.A.	FM	-20.2	10.2	3.5		
8F1.5	1.5	Und.	N.A.	FM	-19.6	12.0	3.3		
8F1.6	3-4	Und.	N.A.	FM	-20.6	10.1	3.3		

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
8F1.7 #1	3-5	Und.	N.A.	FM	-20.2	11.5	3.4		
8F1.8	35-49	M	N.A.	FM	-19.0	12.1	3.4		
8F1.9	>50	W	EU, EU	FM/RT	-17.3	12.6	3.3	-11.3	n.a.
8F1.10	25-34	PW	EU, EU	FM	-20.0	11.4	3.5	-11.3	n.a.
8F1.11	35-49	W	EU, EU	FM	-19.9	10.7	3.3		
8F1.12	35-49	M	EU, EU	FM	-20.7	11.2	3.3	-12.9	n.a.
10A1	1.5	Und.	N.A.	FM	-17.0	13.4	3.2		
10A1.1A ou #1	18-24	PW	EU, EU	FM/JV	-20.3	11.4	3.6	-12.4	0.19
10A1.1E	0	Und.	N.A.	FM	-20.2	11.8	3.3		
10A1.2	35-49	M	EU, EU	FM	-17.8	12.9	3.2		
10A1.2.14	35-49	Und.	N.A.	RT				-11.3	n.a.
10A1.3#2	0	Und.	N.A.	FM	-21.1	10.9	3.2		
10A1.4	35-49	PW	N.A.	FM	-20.0	11.5	3.2		
10A1.5	8-10	Und.	LOCAL, EU	JV	-19.6	11.2	3.5	-13.3	0.25
10A1.5.2	>25	W	N.A.	JV				-13.2	0.17
10A1.6	1.5	Und.	N.A.	FM	-19.9	11.1	3.2		
10A1.7	35-49	M	EU, EU	FM/RT	-19.0	11.2	3.2	-11.0	n.a.
10A1.8	2	Und.	N.A.	FM	-21.1	12.3	3.2		
10A1.11	25-34	PM	EU, EU	FM/JV	-19.4	13.2	3.2	-12,2	n.a.
10A1.12	35-49	M	EU, EU	FM/JV	-19.4	10.9	3.3	-12.4	0.25
10A1.13	5-7	Und.	LOCAL, EU	FM	-20.2	10.3	3.3		
10A1.14	2	Und.	N.A.	FM	-19.9	10.5	3.3		
10A1.15#1	0	Und.	N.A.	FM	-19.0	12.2	3.2		
10A1.16A	>18	Und.	N.A.	FM/JV	-20.2	11.9	3.2	-11.5	0.15
10A1.16B	>25	M	N.A.	FM	-18.3	11.5	3.3		
10A1.16C	>25	PW	N.A.	FM	-18.3	11.4	3.3		
10A1.16D	35-49	M	EU, EU	FM/RT	-20.1	11.0	3.3	-12.1	n.a.
11A2.2	25-34	M	NA/EU, EU	FM/RT	-19.3	12.4	3.3	-12.3	n.a.
11A2.3	25-34	PW	EU, EU	FM/RT	-18.4	12.2	3.4	-10.6	n.a.
11A2.5	1.5	Und.	NA, EU	FM/JV	-19.7	11.9	3.3	-13.4	0.30
11A2.6	35-49	M	NA/EU, EU	FM/RT	-19.7	13.3	3.2	-12.9	n.a.
11A2.6A	>18	W	LOCAL, EU	FM	-19.7	12.5	3.4		
11A2.6B	35-49	W	N.A.	FM	-19.3	11.9	3.3		
11A2.6C	>50	Und.	N.A.	FM	-19.0	10.4	3.3		
11A2.7	>25	M	EU, EU	FM/JV	-19.3	12.4	3.3	-14.1	0.14
11A2.8 #1	35-49	M	LOCAL, A?	FM/RT	-16.8	10.8	3.4	-11.5	n.a.
11A2.10	25-34	W	NA/EU, EU	FM/RT	-19.0	11.8	3.3	-12.2	n.a.
12A1.14	5-7	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.3	11.8	3.2	-12.7	n.a.
12A2.2 ind 1	>35	M	NA, EU	FM/RT	-20.0	12.3	3.2	-13.0	n.a.
12A2.2E	1	Und.	N.A.	FM	-19.5	14.9	3.3		
12A2.3	5-7	Und.	LOCAL, EU	FM	-20.7	10.5	3.4		
12A2.4A	>35	Und.	N.A.	FM/JV	-19.6	11.3	3.2	-12.7	n.a.
12A2.4E	1	Und.	N.A.	FM	-18.8	15.4	3.3		
12A2.5	18-34	Und.	N.A.	FM/JV	-20.6	11.1	3.5	-12.0	0.17
12A2.5E	3-4	Und.	N.A.	FM	-20.6	10.4	3.4		

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
12A2.7	1.5	Und.	N.A.	FM	-19.3	14.1	3.2		
12A2.8B	0	Und.	N.A.	FM	-18.4	13.5	3.2		
12A2.8C	0	Und.	N.A.	FM	-19.3	13.0	3.3		
12A2.9 #1	1.5	Und.	N.A.	FM/JV	-19.4	15.2	3.2	-13.6	n.a.
12A2.9 #2	0	Und.	N.A.	FM	-19.3	12.9	3.3		
12A2.10#2	3 à 4	Und.	N.A.	FM	-21.2	12.7	3.3		
12A2.11	>35	M	NA, EU	FM/RT	-20.0	11.9	3.4	-10.6	n.a.
12A2.11E	2	Und.	N.A.	FM	-21.0	13.0	3.2		
12A2.12	25-34	M	NA/EU, EU	FM/RT	-20.2	10.6	3.3	-12.6	n.a.
12A2.13	3-4	Und.	N.A.	FM/JV	-20.2	10.4	3.2	-12.1	n.a.
12A2.14A	35-49	W	N.A.	FM	-20.0	12.9	3.3		
12A2.14BC	11-13	Und.	EU, EU	FM	-19.6	11.5	3.2	-12.1	0.16
14B2	15-17	Und.	N.A.	FM	-19.4	11.5	3.2		
14B3	25-34	Und.	N.A.	FM	-19.2	11.7	3.3		
14B4	18-24	M	EU, EU	FM/RT	-19.4	12.0	3.5	-11.2	n.a.
14B5	35-49	M	EU, EU	FM/RT	-18.0	11.8	3.4	-10.2	n.a.
14B6	18-24	M	EU, EU	FM/RT	-19.8	11.7	3.2	-10.5	n.a.
14B8	>50	W	N.A.	FM	-20.5	10.9	3.3		
14B9	25-34	W	EU, EU	FM/RT	-19.8	11.0	3.3	-11.5	n.a.
14B10	18-34	PM	LOCAL, EU	FM/RT	-21.2	10.3	3.2	-12.7	n.a.
14B11	>18	PW	NA/EU, EU	FM/RT	-18.7	11.5	3.4	-11.9	n.a.
14B12	25-34	PM	NA/EU, EU	FM/RT	-19.0	11.9	3.2	-11.5	n.a.
14C4	35-49	M	EU, EU	FM/RT	-19.4	11.4	3.3	-12.9	n.a.
15A-S1	>18	Und.	LOCAL, EU	JV				-14.6	0.12
15A-S2-2	25-34	PW	NA/EU, EU	JV	-20.0	11.6	3.3	-14.3	n.a.
15A-S2.1	35-49	M	EU, EU	JV	-19.6	11.8	3.3	-14.5	0.16
15A-S3	25-34	PM	EU, EU	RT	-18.7	13.2	3.2	-11.6	n.a.
15A-S6	18-24	PM	N.A.	JV				-11.6	0.13
15A-S7	18-24	PW	NA/EU, EU	RT	-20.6	10.1	3.3	-11.4	n.a.
15A-S8	25-34	M	N.A.	JV	-19.3	12.6	3.4	-13.0	n.a.
15A-S9	7-8	Und.	LOCAL, EU	JV	-20.1	11.3	3.4	-12.0	0.16
15A-S11	18-24	PM	N.A.	JV	-20.0	10.7	3.4	-11.8	0.13
15A-S13	>35	M	N.A.	JV	-18.0	12.8	3.3		
15A-S14	17.5-18.5	PW	EU, EU	JV	-19.8	12.5	3.3		
15A-S16	35-49	M	EU, EU	RT	-19.4	12.9	3.2	-10.1	n.a.
15A-S17	18-34	M	N.A.	JV				-13.9	0.18
15A-S18	18-34	M	EU, EU	RT	-19.5	13.5	3.2	-12.7	n.a.
15A-S19	25-34	W	EU, EU	RT	-21.1	13.1	3.3	-13.1	n.a.
15A-S20	2.5-3.5	Und.	N.A.	JV				-12.7	0.30
15A-S21	35-49	PM	LOCAL, EU	JV				-12.0	0.16
15A-S23	35-49	M	N.A.	JV	-16.6	12.9	3.3	-11.5	n.a.
15A-S25	35-49	M	EU, EU	RT	-18.7	11.1	3.1		
15A-S26	35-49	PM	LOCAL, EU	JV	-18.6	12.9	3.2		
15A-S29	1.5-2.5	Und.	N.A.	JV	-20.0	14.0	3.3	-15.0	0.28
15A-S30	3-7	Und.	N.A.	JV				-12.5	0.10

Paleodemographic data				Bone collagen and carbonate stable isotope data					
ID	Age-at-death <sup>1</sup>	Sex <sup>2</sup>	Cultural identity <sup>3</sup>	Author <sup>4</sup>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$	C/P
15A-S31	25-34	M	N.A.	JV	-17.9	13.6	3.5	-12.1	0.12
15A-S32	25-34	M	EU, EU	JV	-18.1	13.0	3.3		
15A-S33	25-34	M	N.A.	JV	-19.5	12.7	3.4		
15A-S34	25-34	PW	N.A.	JV				-13.0	0.16
15A-S35	15-17	M	N.A.	JV				-12.0	0.14
15A-S36	18-24	W	EU, EU	JV	-18.0	13.0	3.3	-12.0	n.a.
15A-S37	18-24	M	N.A.	JV	-18.6	11.8	3.4		
15A-S39	25-34	M	EU, EU	JV	-19.7	11.6	3.2		
15A-S42	18-34	M	EU, EU	JV	-20.5	12.0	3.4	-13.1	n.a.
15A-S44	18-34	M	N.A.	JV	-17.4	12.7	3.2		
15A-S45	1.5-2.5	Und.	N.A.	JV	-20.2	10.6	3.3		
15A-S47	2.5-3.5	Und.	N.A.	JV	-20.5	11.2	3.3		
15A-S48	1.5-2.5	Und.	N.A.	JV	-20.0	10.8	3.3		
15A-S50	18-24	PW	EU, EU	JV	-19.5	12.3	3.3		
15B S1	18-34	PW	NA, EU	JV	-20.7	11.4	3.3	-12.6	0.22
15B-S8	>50	PW	N.A.	JV	-20.8	13.0	3.3	-12.7	n.a.
15B-S9	>35	M	N.A.	JV	-18.5	14.1	3.4	-12.2	0.19
15B-S10	>50	PW	NA, EU	JV	-20.0	11.7	3.3	-13.7	n.a.
15B S13.1	6-7	Und.	NA, EU	JV	-20.0	12.6	3.3	-12.0	n.a.
15B S15	2.5	Und.	N.A.	JV	-20.5	10.3	3.3		
15B S16	2.5-3.5	Und.	N.A.	JV	-18.2	15.0	3.3	-12.1	n.a.
15B-S17	>18	PW	LOCAL, EU	JV	-21.5	11.4	3.3	-12.9	0.17
15B-S18	35-49	PW	LOCAL, EU	JV	-18.9	12.6	3.3	-12.1	n.a.
15B-S19	25-34	PM	LOCAL, EU	JV	-19.8	12.1	3.3	-13.1	n.a.
15B-S21	>50	M	N.A.	JV	-20.9	11.8	3.4	-13.6	0.16
15B-S22	18-34	PW	LOCAL, EU	JV	-19.8	12.8	3.3	-13.1	n.a.
15B S24	9 to 10	M	LOCAL, EU	JV	-20.2	11.4	3.4	-12.2	0.26
15B-S25	18-34	PM	EU, EU	RT	-19.7	12.6	3.2		
15B-S26	18-24	PM	EU, EU	JV	-20.0	13.8	3.4	-13.9	0.13
15B-S28	25-34	M	NA, EU	JV	-18.5	12.4	3.1	-11.2	n.a.
15B-S29	1.5	Und.	N.A.	JV	-18.7	13.1	3.3		
15B S30	18-24	M	EU, EU	JV	-19.5	11.9	3.3	-10.9	n.a.
15B-S31	18-49	PM	EU, EU	RT	-19.1	11.5	3.2	-10.9	n.a.
15B-S32	>50	PW	NA, EU	JV	-21.1	12.1	3.3	-14.5	n.a.
15B-S33	>18	PM	N.A.	JV	-20.8	12.0	3.3	-16.0	n.a.
15B-S34	15-17	PW	EU, EU	RT	-21.2	11.6	3.1	-12.0	n.a.
15B S36	15-17	PW	NA, INU?	JV	-19.6	10.2	3.3	-11.6	0.16

<sup>1</sup> Und. = Undetermined age-at-death;

<sup>2</sup> W = woman; M = man; PW = probably woman; PM = probably man; Und. = Undetermined sex;

<sup>3</sup> N.A.= not available; EU, EU = Europe, European; LOCAL, A= local, of African descent; LOCAL, EU= local, European; LOCAL, IND= local, possibly Indigenous; NA, EU= North America, European; NA/INU= North America, Inuit; NA, NE= North America, New Englanders; NA/Eu, Eu= North America or Europe, European

<sup>4</sup> FM = Fanny Morland (2009); JV = Jacinthe Vigeant (2012, this study); RT = Rémi Toupin (2015)

\* Data highlighted in grey are excluded from the result section

**Annexe 7.** (chapitre 4) Summary of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  by groups of age, sex and “cultural identity” for the St. Lawrence Valley sites with statistical test of normality and mean comparison

Groups of age, sex and “cultural identity”, by sites	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}\text{‰ vs. VPDB}$			$\delta^{15}\text{N}\text{‰ vs. AIR}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰ vs. VPDB}$		
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range	<i>n</i>	$\bar{x} \pm 1\sigma$	Range
Notre-Dame, Montreal (1691-1796)									
Children	5	-19.6 ± 1.2	-19.9; -19.5	5	12.0 ± 1.1	10.6; 12.2	2	-12.2 ± 0.8	-12.8; -11.7
Young adult	23	-19.5 ± 0.8	-20.5; -16.2	23	11.3 ± 1.0	9.8; 13.0	23	-12.2 ± 0.6	-13.4; -11.4
Mature adult	22	-19.3 ± 0.6	-20.0; -16.7	22	11.7 ± 1.1	10.0; 14.4	22	-12.4 ± 0.6	-13.4; -11.4
Women	18	-19.4 ± 0.7	-20.2; -16.7	18	11.7 ± 1.1	10.0; 14.4	18	-12.1 ± 0.6	-12.9; -10.7
Men	25	-19.5 ± 0.4	-20.5; -18.8	25	11.5 ± 1.0	9.8; 13.9	24	-12.3 ± 0.7	-13.4; -10.9
French Canadians	31	-19.5 ± 0.9	-20.5; -16.2	31	11.4 ± 1.0	9.8; 14.4	30	-12.1 ± 0.6	-13.2; -11.4
New Englanders	4	-19.5 ± 0.1	-19.6; -19.4	4	12.4 ± 0.7	11.5; 13.0	4	-12.4 ± 0.7	-13.3; -11.5
North Americans (Acadians or Louisianians)	8	-19.5 ± 0.3	-20.1; -19.2	8	11.4 ± 0.9	9.8; 12.7	8	-12.7 ± 0.5	-13.4; -11.9
North American or Europeans	5	-19.5 ± 0.4	-20.0; -19.1	5	11.2 ± 1.0	9.8; 12.5	5	-12.1 ± 0.6	-13.0; -11.5
Europeans	2	-19.1 ± 0.3	-19.3; -18.9	2	13.2 ± 0.9	12.6; 13.9	2	-12.3 ± 0.5	-12.7; -12.0
Sainte-Marie, Beauce (1748-1878)									
Young adult	2	-20.8 ± 0.5	-21.2; -20.5	2	10.7 ± 1.4	9.7; 11.8	0		
Mature adult	13	-20.6 ± 0.3	-21.1; -20.1	13	10.2 ± 0.5	9.4; 11.1	10	-16.1 ± 0.5	-16.7; -15.2
Women	4	-20.6 ± 0.2	-20.9; -20.4	4	10.4 ± 0.2	10.2; 10.6	2	-15.9 ± 0.1	-16.0; -15.8
Men	2	-20.9 ± 0.3	-21.1; -20.7	2	10.8 ± 1.4	9.8; 11.8	1	-16.6	
St Matthew, Quebec (1771-1860)									
Children	44	-19.8 ± 0.9	-21.2; -17.0	44	12.1 ± 1.5	10.1; 15.4	14	-12.6 ± 1.1	-15.0; -10.6
Young adult	24	-19.8 ± 0.9	-21.2; -17.4	24	11.8 ± 1.0	10.1; 13.8	22	-12.2 ± 0.9	-13.9; -10.5
Mature adult	61	-19.3 ± 1.0	-21.1; -16.6	61	12.0 ± 0.9	10.2; 14.1	48	-12.1 ± 1.2	-14.5; -9.0
Women	32	-19.8 ± 1.0	-21.5; -17.3	32	11.8 ± 0.8	10.1; 13.1	25	-12.2 ± 1.2	-14.5; -9.0
Men	53	-19.3 ± 1.0	-21.2; -16.6	53	12.1 ± 0.9	10.3; 14.1	46	-12.1 ± 1.3	-16.0; -10.0
Canadians	12	-20.0 ± 0.8	-21.5; -18.6	12	11.7 ± 0.9	10.3; 12.9	9	-12.6 ± 0.6	-13.3; -12.0
North Americans (Acadians or Newfoundlanders)	8	-19.8 ± 0.6	-20.7; -18.5	8	11.8 ± 0.7	10.4; 12.6	8	-12.3 ± 1.1	-13.7; -10.6
North American or Europeans	9	-19.7 ± 0.8	-21.2; -18.7	9	11.5 ± 1.0	10.1; 13.3	9	-12.4 ± 0.9	-14.3; -11.4
Europeans	44	-19.5 ± 1.0	-21.2; -17.3	44	12.0 ± 0.8	10.2; 13.8	41	-11.9 ± 1.3	-14.6; -9.0

### Shapiro-Wilks, test of normality

Groups of age, sex and “cultural identity”, by sites	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$		
	Stat.	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.	Stat.	ddl	Sig.
Old Trois-Rivières (ca. 1650-1865)									
Total sample	.790	5	.066	.779	5	.054	.836	5	.154
Notre-Dame (Montreal, 1691-1796)									
Total sample	.083	114	<.001	.115	114	<.001	.992	98	.808
Children	.956	5	.777	.956	5	.777			
Young adult	.633	23	<.001	.947	23	.259	.927	23	.094
Mature adults	.559	22	<.001	.952	22	.343	.957	22	.438
Women	.607	18	<.001	.965	18	.702	.958	18	.564
Men	.964	25	.499	.973	25	.711	.965	24	.550
French Canadians	.608	31	<.001	.944	31	.108	.947	30	.141
New Englanders	.946	4	.689	.972	4	.856	.988	4	.945
North Americans (Acadians or Louisianians)	.950	8	.708	.970	8	.895	.930	8	.513
North American or Europeans	.803	5	.086	.990	5	.980	.955	5	.774
Sainte-Marie (Beauce, 1748-1878)									
Total sample	.820	22	.001	.897	22	.025	.948	14	.523
St. Matthew (Quebec City, 1771-1860)									
Total sample	.208	135	<.001	.224	135	<.001	.989	90	.669
Children	.292	44	<.001	.190	44	<.001	.951	14	.582
Young adult	.229	24	<.001	.348	24	<.001	.979	21	.903
Mature adults	.137	61	<.001	.204	51	<.001	.972	46	.335
Women	.964	32	.350	.952	32	.160	.965	25	.526
Men	.965	53	.126	.988	53	.859	.972	46	.327
Canadians	.959	12	.774	.940	12	.497	.870	9	.123
North Americans (Acadians or Newfoundlanders)	.875	8	.169	.905	8	.318	.973	8	.922
North American or Europeans	.954	9	.731	.954	9	.731	.910	9	.318
Europeans	.954	44	.079	.983	44	.757	.971	41	.365



**Student-T test**

Groups of age, sex or « cultural identity » by site	$\delta^{13}\text{C coll}$			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C carb}$		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.	t	df	Sig.
<b>Notre-Dame</b>									
Children vs young adults				.453	26	.327	-.078	23	.469
Children vs Mature adults				-.379	25	.354	.248	22	.403
Young vs Mature adults				-1.297	43	.101	.803	43	.213
Women vs Men				.645	41	.261	1.231	40	.113
French Canadians vs North Americans (Acadians or Louisianians)				-.155	37	.439	2.547	36	.008
French Canadians vs North American or Europeans				.331	34	.371	.053	33	.479
French Canadians vs New Englanders				-1.883	33	.034	1.074	32	.145
North Americans (Acadians or Louisianians) vs North American or Europeans	-.238	11	.408	.408	11	.346	-1.747	11	.054
North Americans (Acadians or Louisianians) vs New Englanders	-.192	10	.426	-1.740	10	.056	-.627	10	.272
North American or Europeans vs New Englanders	-.092	4.208	.466	2.035	7	.041	-.708	7	.251
<b>St. Matthew</b>									
Children vs young adults							-1.023	33	.157
Children vs Mature adults							-1.224	59	.113
Young vs Mature adults							-.294	66	.385
Women vs Men	-2.400	83	.009	-1.431	83	.078	-.250	69	.402
Canadians vs North Americans (Acadians or Newfoundlanders)	-.497	18	.312	-.250	18	.403	-.735	10.191	.239
Canadians vs North Americans or Europeans	-.589	19	.281	.563	19	.290	-.487	16	.317
Canadians vs Europeans	-1.601	54	.058	-1.063	54	.146	-2.648	30.413	.006
North Americans (Acadians or Newfoundlanders) vs North Americans or Europeans	-.119	15	.454	.750	15	.232	.301	15	.384
North Americans (Acadians or Newfoundlanders) vs Europeans	-.894	50	.188	-.635	50	.264	-.848	47	.200
North Americans or Europeans vs Europeans	.792	51	.216	1.653	51	.052	1.223	48	.114

**Mann-Whitney, U-test**

Groups of age, sex or « cultural identity » by site	$\delta^{13}\text{C}$ coll			$\delta^{15}\text{N}$		
	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.
<b>Notre-Dame</b>						
Children vs young adults	56.000	-.091	.928			
Children vs mature adults	21.000	-2.152	.031			
Young vs mature adults	155.000	-2.239	.025			
Women vs Men	219.000	-.148	.883			
French Canadians vs North Americans (Acadians or Louisianians)	95.000	-1.009	.313			
French Canadians vs North American or Europeans	66.000	-.526	.599			
French Canadians vs New Englanders	41.000	-1.089	.276			
<b>St. Matthew</b>						
Children vs young adults	516.000	-.154	.877	527.000	-.013	.990
Children vs mature adults	855.500	-3.163	.002	1247.000	-.617	.537
Young vs mature adults	457.500	-2.684	.007	675.000	-.557	.578

**Annexe 8.** (chapitre 4) Statistical test of mean comparison for bone  $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  between the St. Lawrence sites and comparative groups

**Student t-test**

Sites	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$		
	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.
Trois-Rivières									
Notre-Dame							3.563	101	<.001
Sainte-Marie							-4.528	17	<.001
St. Matthew							2.532	93	.007
Indigenous, Great Lake region	-7.518	4.236	<.001	-.326	30	.373	13.056	4.295	<.001
Beothuks, Newfoundland	-4.194	4.127	.006	-7.245	31	<.001			
Louisianians				1.786	22.112	.044			
Newfoundlanders				-6.238	32.482	<.001			
Ontarians							3.438	21	.001
New Englanders				-.437	29	.333	4.995	29	<.001
Americans, US	-4.207	111	<.001	1.567	111	.060	4.918	103	<.001
Individuals of African descent, US	-5.620	51	<.001	3.314	51	<.001	6.412	49	<.001
French							3.001	4.245	.018
Irish				2.430	23	.012			
Notre-Dame									
Sainte-Marie							14.994	110	<.001
St. Matthew							.324	160.449	.371
Indigenous							-47.248	34.590	<.001
Ontarians							-3.400	18.708	.002
New Englanders							-7.673	28.288	<.001
Americans, US							-13.198	139.937	<.001
Individuals of African descent, US							-13.812	55.444	<.001
French							-3.582	29.409	<.001

Sainte-Marie									
St. Matthew							-10.810	102	<.001
Indigenous							-51.012	29	<.001
Ontarians							-11.541	23.380	<.001
New Englanders							-16.355	35.285	<.001
Americans, US							-24.548	49.822	<.001
Individuals of African descent, US							-23.507	55.108	<.001
French							-19.244	25	<.001
St. Matthew									
Indigenous							-40.675	56.221	<.001
Ontarians							-3.436	20.664	.001
New Englanders							-7.565	32.056	<.001
Americans, US							-12.284	170.540	<.001
Individuals of African descent, US							-13.269	67.083	<.001
French							-3.306	50.556	<.001

### Mann-Whitney, U-test

Sites	$\delta^{13}\text{C}$ coll			$\delta^{15}\text{N}$		
	U	Z	Sig.	U	Z	Sig.
Trois-Rivières						
Notre-Dame	281.000	-.053	.958	269.000	-.212	.832
Sainte-Marie	13.000	-2.622	.009	13.000	-2.622	.009
St. Matthew	284.000	-.601	.548	224.000	-1.725	.202
Acadians	48.000	-1.192	.233	55.000	-.851	.395
Louisianians	65.000	.000	1.000			
Newfoundlanders	101.000	-1.208	.227			
Ontarians	218.000	-.514	.607	238.000	-.261	.829
New Englanders	32.000	-1.773	.076			
French	255.000	-.485	.628	253.000	-.510	.610
British	1176.000	-.414	.679	608.000	-2.074	.038
Irish	49.000	-.068	.946			
Notre-Dame						
Sainte-Marie	139.000	-6.590	<.001	415.500	-4.955	<.001
St. Matthew	6729.000	-1.706	.088	5694.000	-3.534	<.001
Indigenous, Great Lake Region	.000	-8.064	<.001	1490.000	-.257	.797
Beothuks, Newfoundland	2.000	-8.173	<.001	4.000	-8.163	<.001
Acadians	634.000	-5.116	<.001	1300.000	-1.772	.076
Louisianians	1346.000	-.729	.466	1063.500	-2.243	.025
Newfoundlanders	1518.000	-6.023	<.001	1510.000	-6.048	<.001
Ontarians	4271.500	-3.263	.001	5713.500	-.096	.924
New Englanders	572.500	-4.874	<.001	1352.500	-.694	.488
Americans, US	147.000	-12.563	<.001	3608.500	-5.327	<.001
Individuals of African descent, US	7.000	-10.010	<.001	732.000	-7.351	<.001
French	4746.500	-3.788	<.001	5986.000	-1.345	.179
British	21789.500	-4.603	<.001	15965.000	-7.851	<.001
Irish	1013.500	-.790	.430	492.500	-4.043	<.001
Sainte-Marie						
St. Matthew	509.000	-4.939	<.001	301.000	-5.990	<.001
Indigenous, Great Lake Region	.000	-5.973	<.001	82.000	-4.325	<.001
Beothuks, Newfoundland	.000	-6.023	<.001	.000	-6.021	<.001
Acadians	33.000	-5.440	<.001	123.000	-3.728	<.001
Louisianians	55.000	-4.781	<.001	277.000	-.186	.852
Newfoundlanders	80.000	-6.075	<.001	126.000	-5.589	<.001
Ontarians	190.000	-6.080	<.001	567.500	-3.588	<.001
New Englanders	21.000	-5.484	<.001	91.000	-4.036	<.001
Americans, US	2.000	-7.366	<.001	829.000	-2.230	.026
Individuals of African descent, US	.000	-6.681	<.001	422.500	-1.335	.182
French	96.000	-6.881	<.001	904.500	-2.207	.027

British	1029.000	-6.544	<.001	1094.500	-6.452	<.001
Irish	28.000	-4.837	<.001	161.000	-1.486	.137
St. Matthew						
Indigenous, Great Lake Region	.000	-8.196	<.001	1392.500	-1.934	.053
Beothuks, Newfoundland	.500	-8.319	<.001	30.000	-8.186	<.001
Acadians	893.500	-4.590	<.001	1915.000	-.183	.855
Louisianians	1491.500	-1.212	.226	980.500	-3.560	<.001
Newfoundlanders	1704.500	-6.452	<.001	2303.500	-4.803	<.001
Ontarians	4585.000	-4.305	<.001	5142.500	-3.229	.001
New Englanders	617.500	-5.230	<.001	1494.000	-1.200	.230
Americans, US	231.000	-12.968	<.001	2930.500	-8.010	<.001
Individuals of African descent, US	6.000	-10.264	<.001	516.500	-8.643	<.001
French	5612.500	-3.964	<.001	7419.000	-.829	.407
British	26509.500	-4.574	<.001	27745.500	-3.948	<.001
Irish	1027.500	-1.723	.085	380.500	-5.178	<.001