

Chapitre treize

Datation de Droulers et séquençage chronologique des villages de la concentration de Saint-Anicet à l'aide de la modélisation bayésienne

Ronan Méhault
Département d'anthropologie
Université de Montréal

L'archéologie iroquoïenniste est handicapée par un déficit en termes de résolution chronologique qui s'explique par au moins deux motifs : 1- d'une part, bien que les échantillons datables (grains de maïs carbonisés, charbon de bois prélevé dans les fosses et les foyers, etc.) soient fréquents sur les sites, ils ne sont pas assez régulièrement datés radiométriquement en laboratoire, en partie à cause de coûts qui demeurent plutôt élevés, et ceux disponibles remontent souvent à une époque antérieure à l'adoption de la spectrométrie de masse (datation AMS) à la fin des années 1970 et sont donc accompagnés d'un écart-type (très) large ; et 2- d'autre part, l'emploi et l'interprétation desdites dates demeurent parfois rudimentaires. De ce fait, les iroquoïens sont généralement contraints de recourir à la sériation des vestiges céramiques (poterie domestique et, moindrement, pipes en terre cuite) pour placer les événements et les sites dans le temps. Les forces et les faiblesses de la sériation dans le cadre de la « Laurentie iroquoïenne » (c.-à-d. la sphère culturelle occupée par les Iroquoïens du Saint-Laurent, ou ISL) ont été très bien résumées dans les paragraphes introductifs du chapitre rédigé au sujet de la datation du site Mailhot-Curran (BgFn-2 ; Chapdelaine 2015a) dans la monographie du même site par Claude Chapdelaine (2015c). Cette dépendance vis-à-vis la chronologie relative limite notre compréhension des processus historiques qui ont forgé la sphère iroquoïenne. Or, cette lacune interprétative pourrait être comblée *via* la modélisation chronologique reposant sur une approche bayésienne, c'est-à-dire à travers l'articulation de dates absolues avec des données reliées au contexte stratigraphique et aux contraintes historiques (*termini*). Cette technique est mise en œuvre en archéologie depuis plus de deux décennies, mais elle ne jouit d'un véritable *momentum* que depuis quelques années. Au Canada, elle a encore davantage tardé à être employée, et la première modélisation chronologique d'inspiration bayésienne appliquée à la Laurentie iroquoïenne, qui portait sur la datation du site villageois de Roebuck (BeFv-4) en Ontario (Birch *et alii* 2016), ne remonte qu'à un peu moins de deux ans.

Ce chapitre se découpe en quatre grandes parties. Dans un premier temps, les notions fondamentales qui sont communément associées à la modélisation chronologique bayésienne sont définies dans le détail. Deuxièmement, les postulats, les étapes et les fonctions computationnelles qui supportent les modèles bâtis au gré de cette étude sont livrés au lecteur dans un esprit de transparence que sous-tend le raisonnement bayésien. Troisièmement, les résultats de la datation du village de Droulers (BgFn-1) sont présentés. Enfin, un modèle plus complexe est construit afin de dater la séquence villageoise de la concentration régionale iroquoïenne de Saint-Anicet.

Principes de l'approche bayésienne

Mantra mathématique de l'inférence bayésienne. Dans l'univers des statistiques, et dans la galaxie des probabilités, deux paradigmes se distinguent. Celui qui oriente la pensée de la plupart des scientifiques est dit « fréquentiste ». Les statistiques conventionnelles appartiennent à cette approche qui épouse une vision très stricte de l'inférence, fondée sur la relation entre un échantillon et une population. Le raisonnement qui sous-tend l'approche fréquentiste ne tire de conclusions qu'à partir des tendances

observées sur un fragment du phénomène observé (l'échantillon) tout en étant très attentif à ne jamais préjuger de la forme de l'échantillon de prime abord. En termes mathématiques, le fréquentiste admet que les paramètres sont généralement fixes mais de valeurs inconnues. Parallèlement, avant de démarrer une expérience, puis d'en lire les résultats sous l'angle des statistiques, le fréquentiste définit les termes qui entraîneront le rejet ou l'acceptation de l'hypothèse à tester. Il procédera ainsi pour chaque hypothèse qu'il voudra tester, une à une. Le paradigme bayésien (du mathématicien britannique du XVIII^e siècle Thomas Bayes), quant à lui, concède une place à la subjectivité de l'analyste, c'est-à-dire à son expérience, à ses connaissances, mais aussi à ses préconceptions, dans la définition des paramètres qui permettront de calculer une probabilité. Formulé de manière peut-être plus explicite, le bayésien s'autorise à aborder un calcul de probabilités en partant de connaissances *a priori* au sujet de ce à quoi ressemble la distribution des valeurs étudiées (songeons par exemple à la taille moyenne des Canadiens adultes de sexe masculin). Par la suite, le bayésien collectera des données sur le terrain, strictement de la même manière que le ferait le fréquentiste. Seulement, le premier s'octroiera la latitude de faire une chose que le second ne s'autoriserait jamais : il se servira des mesures tirées de cet échantillon (une distribution mesurée) pour actualiser ses préjugés/connaissances *a priori* (une distribution proposée d'emblée) à partir de la distribution *a posteriori* qui en découle. Lors d'une seconde enquête de terrain, cette dernière distribution pourrait éventuellement devenir une sorte de «préjugé amélioré» que les données les plus fraîches informeront, et ainsi de suite. Par ailleurs, le test d'hypothèse *via* l'approche bayésienne procède d'un raisonnement différent de celui sur lequel repose l'approche hypothético-déductive. Alors que cette dernière suppose des tests successifs menants à ne retenir que celles qui sont statistiquement significatives (pour peu qu'elles ne soient pas corrélées les unes aux autres), l'approche bayésienne produira une série de distributions qui reflètent les valeurs différentielles données aux paramètres (ou facteurs) incorporés dans un modèle. Ces multiples distributions modélisées – autrement dit, hypothétiques – sont ensuite calquées sur une distribution tirée du phénomène observé, et des premières, celle qui livrera la meilleure mesure d'ajustement (*goodness-of-fit*) sera conservée. Les valeurs conférées au modèle jugé le plus crédible approximeront au mieux la «réalité» perçue d'un phénomène et représenteront donc autant de pistes de réponse au problème à élucider. C'est pourquoi l'approche bayésienne permet de tester de multiples hypothèses simultanément.

Ainsi, les statistiques bayésiennes visent à trouver la probabilité qui est exprimée, pour être tout à fait exacte, comme la crédibilité qu'un événement se déroule en fonction d'observations déjà connues. Le théorème de Bayes consiste donc à calculer une probabilité *a posteriori*, qui est le produit de connaissances/croyances *a priori* (appelé «*prior*» en anglais) et d'une fonction de vraisemblance qui est, elle, directement liée aux données observées. C'est pourquoi l'inférence bayésienne est souvent perçue comme l'équivalent d'une estimation éclairée (*educated guess*). Ceci étant, le bayésien peut ne pas introduire de biais *a priori*. Ce qui le distingue du fréquentiste, c'est qu'il s'en donne la possibilité. En quelque sorte, nous pourrions dire que la statistique fréquentiste appartient plutôt à une épistémè déductive, alors que la statistique bayésienne est davantage compatible avec une épistémè inductive, mais l'une et l'autre demeurent objectives et rigoureuses dans leur examen critique de l'échantillon, et la seconde attend de la part de l'analyste peut-être encore davantage en termes de transparence quant aux postulats étant donné le caractère subjectif du paradigme bayésien.

Le théorème de Bayes est généralement formulé de la manière suivante :

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) P(A)}{P(B)}$$

où

$P(A|B)$ est la probabilité conditionnelle *a posteriori* de A sachant B (postérieure ou *posterior*);

$P(B|A)$ est la probabilité conditionnelle de B sachant A (fonction de vraisemblance; la vraisemblance bayésienne se distingue de la probabilité classique en ce sens qu'elle accepte une multiplicité d'hypothèses et une fixité des données sous forme de constante $[P(B)]$; la probabilité fréquentiste suppose strictement l'inverse et ne permet donc pas de comparer simultanément l'ajustement de multiples hypothèses à une réalité observée);

$P(A)$ est la probabilité *a priori* ou marginale de A (*prior*, c'est-à-dire la subjectivité ou information *a priori*; inconditionnelle). $P(A)$ peut être informatif (en quel cas il entraînera une modification de nos nouvelles croyances *a posteriori*) ou non, autrement dit uniforme (on laissera alors parler les données d'elles-mêmes);

$P(B)$ est la probabilité *a priori* ou marginale de B (données/observation/mesures = vraisemblance marginale; inconditionnelle; constante qui normalise la probabilité postérieure).

Prior, vraisemblance et *posterior* sont exprimés mathématiquement sous la forme de distributions. Leur relation peut être illustrée graphiquement (figure 13.1) :

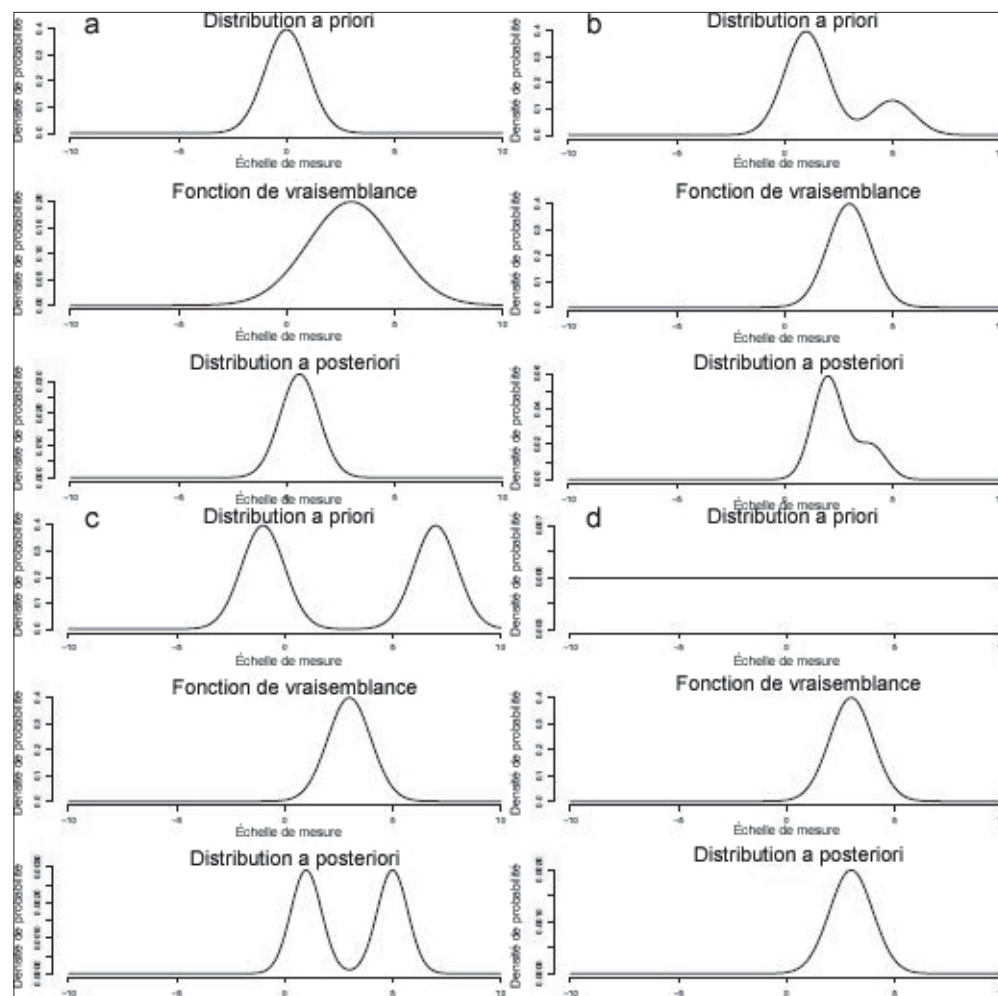


Figure 13.1 Relation entre prior, vraisemblance et posterior dans l'approche bayésienne. Notez que dans le cas « d » le prior est non-informatif, c'est-à-dire uniforme; ici, les données parlent seules, ce qui explique pourquoi la distribution a posteriori est identique à la fonction de vraisemblance standardisée.

Le lecteur aura sans doute déduit de la définition offerte plus haut que l'inférence bayésienne implique des calculs qui ont l'aspect de boucles (*loops*) : le *prior* agit comme une contrainte (ou non, s'il est non-informatif) sur la fonction de vraisemblance standardisée (les données collectées) pour livrer une nouvelle distribution *a posteriori*. Celle-ci peut elle-même devenir un *prior* actualisé qui, avec l'acquisition de données encore plus récentes, donnera un autre *posterior*, *et sic porro*. L'idée d'optimisation est ici prégnante. Ces boucles sont calculées à l'aide d'une méthode stochastique d'échantillonnage appelée « méthode de Monte-Carlo par chaînes de Markov » (MCMC) qui exploite l'algorithme de Metropolis-Hastings. Ce qui vient d'être énoncé justifie, par exemple, la place de choix qu'occupe l'approche bayésienne dans des champs de recherche de pointe comme l'apprentissage machine/automatique (McElreath 2016).

Pour les chronologistes, l'inférence bayésienne se traduira le plus souvent par un exercice visant à confronter l'âge estimé d'échantillons (géologiques ou archéologiques) – chacun étant le reflet d'un événement passé précis – avec leur position relative dans le sol. Concrètement, toute incongruité entre les deux serait due soit à une erreur d'échantillonnage (ou de contamination), soit à une erreur de mesure en laboratoire, soit encore à des pédoturbations.

Estimateurs ponctuels bayésiens. Les résultats de l'inférence bayésienne sont typiquement exprimés sous la forme d'un intervalle de crédibilité tiré d'une distribution, gaussienne ou non, désigné aussi parfois comme « zone de plus forte densité *a posteriori* » (*Highest Posterior Density* ou HPD). La manière la plus conservatrice de présenter les résultats tient en la rétention des valeurs extrêmes d'un intervalle de crédibilité. Par convention, les intervalles de crédibilité à 95,4 % (2-sigmas, si normalité) et à 68,2 % (1-sigma, si normalité) sont retenus. Cependant, ces intervalles sont susceptibles de produire des valeurs qui s'accordent mal avec les bornes chronologiques habituellement employées par les archéologues. Par conséquent, à moins que l'incertitude soit minimale, ces intervalles peuvent parfois sembler peu utiles aux archéologues. Comme avec toute distribution, des mesures de centralité, appelées dans le langage bayésien des estimateurs ponctuels, peuvent être calculées : moyenne, médiane et mode (maximum de vraisemblance et maximum *a posteriori*). À ces estimateurs, s'ajoute l'intercepte (ou sa moyenne ou sa médiane quand – et c'est souvent le cas – il en existe plusieurs). Bien qu'il ait été très populaire par le passé, il s'avère être le plus mauvais des estimateurs ponctuels, car il est très sensible à la moyenne de la date radiocarbone et aux irrégularités de la courbe de calibration (Telford *et alii* 2004). Il est en outre nécessaire de rappeler que l'inférence et la modélisation bayésiennes diffèrent de l'approche fréquentiste notamment parce qu'elles reposent sur d'imposantes procédures de ré-échantillonnage. Subséquemment, à chaque ronde analytique, les intervalles de crédibilité et les estimateurs ponctuels ont de grandes chances de varier, ne serait-ce qu'un tout petit peu. Or, le mode est souvent plus flottant que la moyenne et la médiane. Ces deux estimateurs sont aussi plus en harmonie avec le paradigme bayésien dans la mesure où ils sont issus de la forme globale de la distribution (sa symétrie et son aplatissement). Néanmoins, l'analyste doit demeurer pragmatique et ajuster ses observations en fonction de la forme, justement, de la distribution, ainsi que d'éventuelles contraintes *a priori* qui pourraient disqualifier des estimateurs ponctuels. Avec une distribution gaussienne (normale), ces trois estimateurs tendront vers la même valeur. Par contre, si la distribution est plurimodale et très asymétrique, il devient malaisé de se fier à ces estimateurs ponctuels. Il est donc important de critiquer leur représentativité. Choisir le mode de plus forte densité est-il pertinent s'il est très isolé d'autres modes ? Que faire si la moyenne et la médiane se situent dans une zone de faible densité, entre deux zones modales ? Nos connaissances *a priori* pourront parfois nous aider à ne retenir qu'une portion de la distribution globale (et *a fortiori* un mode plutôt qu'un autre), mais si nous laissons les données parler d'elles-mêmes, nous pouvons être forcés de ne retenir aucun estimateur ponctuel.

Entre exactitude et précision. Parce que la modélisation bayésienne repose sur des postulats et sur la subjectivité de l'analyste – les deux formant un ensemble de croyances –, l'exhaustivité de la description de chaque échantillon est d'une importance capitale. Ces échantillons sont autant de minuscules fragments de la «réalité» sous observation et peuvent être abordés comme étant des éléments de nos connaissances *a priori* qui sont implantées dans le modèle. Le *prior* occupe une place centrale dans l'inférence bayésienne parce qu'il est susceptible de minimiser l'incertitude, c'est-à-dire d'affiner la précision des prédictions (le *posterior*), mais aussi parce qu'il aide à l'évaluation de la validité des modèles proposés (Bayliss 2015 ; Buck et Meson 2015). Autrement dit, pour peu que le modèle se rapproche au

plus près de la réalité perçue, le plus de données nous avons à notre disposition, meilleurs seront les résultats en termes à la fois d'exactitude (*accuracy*) et de précision (*precision*). La figure 13.2 illustre comment ces deux notions cruciales peuvent être distinguées l'une de l'autre. L'exactitude concerne le potentiel d'un modèle à approximer la réalité (et donc de tirer dans le mille, même au risque d'une plus grande dispersion), alors que la précision se rapporte à la capacité du modèle à minimiser l'incertitude (d'où les tirs concentrés, quand bien même ils seraient loin du cœur de la cible). Un modèle excellent pourrait en théorie optimiser ces deux aspects simultanément, mais il nécessitera une grande quantité de données de la plus haute qualité qui à la fois forgeront notre *prior* et constitueront la fonction de vraisemblance standardisée. Or, comme les données de très haute qualité viennent généralement au compte-gouttes, les modèles retourneront des résultats imparfaits, et les analystes devront jongler avec l'exactitude et la précision.

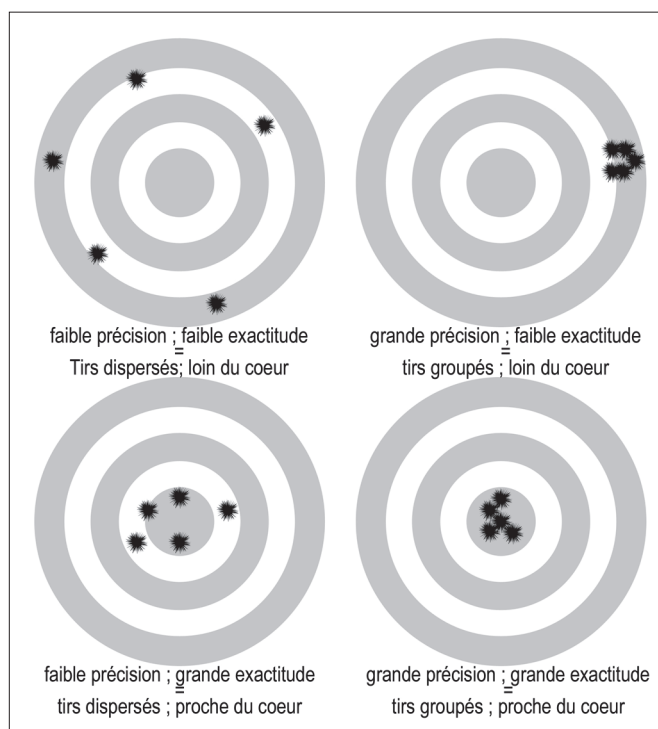


Figure 13.2 Notions d'« exactitude » (*accuracy*) et de « précision » (*precision*).

Avant de procéder à la modélisation, les données peuvent être décortiquées et leur qualité intrinsèque évaluée. Ici, les données qui nous intéressent sont pour la plupart des dates radiométriques. Celles-ci peuvent être filtrées au préalable en fonction du degré d'incertitude associé à l'âge mesuré. Une telle procédure privilégie la précision au détriment de l'exactitude. Les archéologues sont souvent confrontés à des échantillons qui ont été datés il y a plusieurs décennies, à une époque où les techniques de laboratoire ne bénéficiaient pas de prétraitements aussi fins qu'ils ne le sont aujourd'hui. C'est pourquoi les âges de ces échantillons sont accompagnés d'une plus grande incertitude. Le développement de la spectrométrie de masse (AMS) à partir de 1977, et celui des courbes de calibration par la suite, ont considérablement contribué à l'avancement de la datation au radiocarbone. Il serait à la rigueur acceptable de rejeter les échantillons obtenus avant l'adoption de cette méthode s'ils ne composaient qu'une minorité négligeable d'un corpus donné, mais en archéologie du Nord-Est nord-américain, par exemple, c'est encore rarement le cas.

À des fins de modélisation chronologique à l'échelle du site archéologique, le *prior* consiste habituellement en information relative à la stratigraphie, à la formation des sites et aux processus post-dépo-

sitionnels. Toutes ces variables sont autant de contraintes qui orientent l'ordre dans lequel les échantillons datés seront arrangés dans le modèle. Avec ce séquençage, l'analyste a l'opportunité d'identifier statistiquement et *a posteriori* des données aberrantes (*outliers*) qui pourraient révéler des erreurs de mesures ou d'échantillonnage, ou, plus important encore, d'éventuelles pédoturbations. L'analyste décidera ensuite de conserver ou non ces *outliers* (Bronk Ramsey 2009b). Retirer un *outlier* entraînera peut-être une réduction de l'exactitude, mais aussi un possible gain en précision, surtout si l'*outlier* est localisé à une des extrémités de la séquence (début ou fin). Néanmoins, une procédure d'hygiène chronométrique ne se justifie vraiment que lorsqu'elle cible des cas de contamination ou d'autres facteurs susceptibles de générer des erreurs de mesure en laboratoire; à ce moment-là, éliminer des échantillons revient à éliminer certaines inexactitudes. Inversement conserver autant de données que possible aura plutôt tendance à préserver l'intégrité du modèle, c'est-à-dire sa fidélité vis-à-vis une réalité observée qui peut être, il faut bien l'admettre, floue ou bruyante.

Postulats (*priors*) employés dans cette étude

L'approche bayésienne comporte une part significative de subjectivité, mais loin d'être une faiblesse, cette particularité contraint l'analyste à faire montre de transparence quant à la présentation des postulats.

Les villages comme sites à occupation unique. Dans cette étude, les villages sont perçus comme étant occupés durant un laps de temps relativement court avant d'être abandonnés pour de bon. L'auteur assume l'aspect discutable d'une telle perception. En effet, il est envisageable, du moins en théorie, de proposer que parfois les villages aient pu être réaménagés et qu'ils devraient donc être plutôt abordés comme étant composés de phases de réaménagement/agrandissement au sein d'une même occupation, comme ce fut, par exemple, le cas sur le site Mantle en Ontario. C'est par exemple le choix pour lequel Birch *et alii* (2016) ont opté pour dater le site Roebuck. Cependant, sur les villages ISL de la concentration de Saint-Anicet, rien ne suggère qu'archéologiquement (présence de plusieurs palissades, orientations différentielles des maisons-longues, etc.) cette seconde perception devrait prévaloir sur la première. Le postulat selon lequel les sites villageois ISL sont, par défaut, des sites à occupation unique permet de combiner les échantillons mis au jour sur un site en une seule distribution modélisée et a pour effet d'accroître nettement la précision des résultats.

Longévité des villages. Gary Warrick (1988, 2008) a proposé que la durée moyenne d'une occupation villageoise iroquoise (huronne, plus précisément) pouvait être inférée à partir de la densité des trous de poteau de maison-longue et selon les essences arboricoles employées pour la confection desdits poteaux :

If the posts were cedar, the house would have been occupied for about 25 years. Similarly, the calculation of village duration can be made by averaging the wall post densities of the inferred core or original longhouses of a village, typically adjacent houses with the highest post densities. There appears to be no relationship, at least for contact Wendat villages, between site duration and site size (Warrick 1988b: 50-51). In contrast, village site duration changed over time. Factoring the history of village occupation into duration estimates (e.g. Calvert villages three or four occupational episodes totaling at least 50 years [Timmins 1997]), there is both regularity and variability in village site duration from A.D. 1000-1650: Early Iroquoian [A.D. 1000-1250] (40 years), Middle Iroquoian [A.D. 1250-1450] (25 years), Late Precontact [A.D. 1450-1535] (30 years), Indirect Contact [post A.D. 1535] (25-35 years), and Direct Contact [post A.D. 1535-1600] ((10-15 years [hence 12 years in average]); Warrick 1988b, 1990, p. 291-295)). (Warrick 2008, p. 123-125).

La séquence déclinée plus haut a été produite par Warrick pour le contexte huron-wendat ; elle est ici adaptée à celui des Iroquoiens du Saint-Laurent, et révisée pour mieux refléter d'autres facteurs comme l'épuisement des sols, notamment, qui serait réalité après une dizaine d'années consécutives d'activités horticoles (Chapdelaine, com. pers. 2018). Cette durée servira d'écart-type autour de la date médiane calculée par les modèles combinatoires qui seront bâtis :

- a. Iroquoien ancien (AD 1000-1250) = 40 ans ;
- b. Iroquoien moyen (AD 1250-1450) = 25 ans (ramené à 24 ans) ;
- c. Précontact récent (AD 1450-1535) = Warrick propose une durée de 30 ans qui paraît être un maximum dans le contexte des gros villages mis au jour en Ontario. L'auteur propose ici une longévité plus réaliste de 20 ans.
- d. Contact indirect (à partir de AD 1535) = idem ; une longévité de 20 ans est aussi proposée.
- e. Contact direct (à partir de AD 1535) = 12 ans.

En fait, la faible longévité des villages iroquoiens est de même amplitude que la faible incertitude associée à la plupart des dates AMS, à savoir environ 20-30 ans.

Termini. De surcroît, alors que Birch *et alii* (2016) qui, dans leur réévaluation de l'âge de Roebuck, ont invoqué un *terminus ante quem* (TAQ) d'AD 1590 pour l'abandon des vallées de la Trent et du Saint-Laurent par les Iroquoiens du Saint-Laurent, l'auteur est ici davantage enclin à suivre Chapdelaine (2016) et à faire remonter ce TAQ à AD 1580. L'hypothèse de l'abandon de la région de Montréal, et *a fortiori* de celle de Saint-Anicet, vers AD 1565 sera aussi modélisée, sans être pour autant privilégiée.

Stratégie de modélisation

La procédure de modélisation est accomplie à l'aide du programme OxCal 4.3 (Bronk Ramsey 2009a) et peut être décomposée en trois étapes successives :

Filtrage a priori. Cette étape, que l'on pourrait désigner comme une procédure d'«hygiène chronométrique», s'effectue au niveau de l'échantillon et consiste en l'évaluation de sa qualité eu égard à son contexte d'excavation, sa nature (*p. ex.* matériau, en gros ou ciblé), et l'adéquation *a priori* entre la date calibrée de l'échantillon et celle qui est anticipée pour le site dont il est issu. C'est ce dernier critère qui est le plus souvent employé par les archéologues pour accepter ou rejeter un âge retourné par le laboratoire.

Combinaison de dates et filtrage a posteriori. L'analyse passe ensuite à un niveau plus élevé, à savoir celui du site. Un modèle est bâti qui permet de combiner les dates individuelles à l'aide de la fonction «R_Combine», après leur calibration, parce que les échantillons ne proviennent pas de la même source radio-carbone. Un modèle est jugé suffisamment robuste lorsqu'il retourne un indice d'accord au modèle (appelé « A_{model} ») supérieur ou égal à 60 %. En parallèle de cette fonction combinatoire, une fonction *outlier* générale ("outlier_model("General",T(5),U(0,4),"t")") est implémentée afin de détecter d'éventuelles discordances entre les dates individuelles (Bronk Ramsey 2009b). Pour cette fonction subsidiaire, le seuil de signification statistique par défaut est utilisé (*prior* de 5, qui reflète la confiance de l'auteur dans la validité des âges des échantillons datés retenus après une étape d'hygiène chronométrique), et les échantillons qui se signaleraient comme des *outliers* sont retirés dans un modèle postérieur.

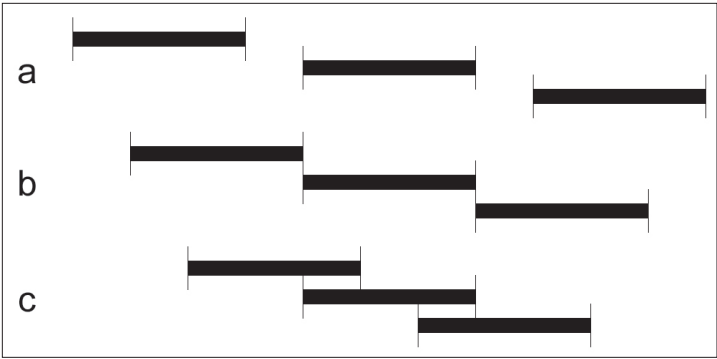


Figure 13.3. Trois types possibles de séquence modélisés dans cette étude. Chaque barre représente un évènement/phase.
a : relation séquentielle, avec présence d’un hiatus entre chaque évènement ou phase;
b : relation contigüe ;
c : relation chevauchante. Notez qu’un modèle peut combiner des séquences hybrides.

Enfin, le *terminus ante quem* est entré comme une contrainte chronologique à l’aide de la fonction «Before()»; comme ces bornes sont des dates calendaires, elles sont aussi entrées comme «C_Date».

Séquençage. À cette étape, un modèle plus sophistiqué, qui implique de multiples sites, est construit pour dater la séquence d’occupations villageoises à l’échelle de la concentration de Saint-Anicet. Pour ce faire, les dates médianes modélisées de chaque village servent à les ordonner dans le temps. La syntaxe du script entré dans OxCal 4.3 informe aussi sur la relation supposée entre les occupations villageoises (figure 13.3).

Échantillons du site Droulers

Les 11 échantillons combinés pour dater le site BgFn-1 sont présentés par ordre alphabétique (tableau 13.1) :

Tableau 13.1 Échantillons datés mis au jour sur le site Droulers (BgFn-1)

Échantillon	Méthode	Matériel daté	Contexte	δ ¹³ C	Âge mesuré normalisé (BP)	Intervalle non modélisé à 95% (AD)	Date médiane calendaire non modélisée (AD)	Validité <i>a priori</i>	Référence
Beta-099502	AMS	charbon de bois	Str. 6	-	30±60	1680-1939	1842	trop jeune	Gagné 1997
Beta-111918	AMS	grains de maïs carbonisé	Dépotoir Nord-Est	-16.1	210±40	1530-1950	1768	trop jeune	Gagné 1998
Beta-313556	AMS	grains de maïs carbonisé	Str. 47	-9.1	320±30	1483-1646	1563	valide	Chapdelaine 2013
Beta-313557	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 66	-9.1	320±30	1483-1646	1563	valide	Chapdelaine 2013
Beta-313558	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 35	-9.2	330±30	1477-1643	1562	valide	Chapdelaine 2013
Beta-423825	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 61	-8.9	390±30	1441-1631	1488	valide	Chapdelaine 2015b
Beta-423826	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 76	-9.7	370±30	1447-1634	1515	valide	Chapdelaine 2015b
Beta-423827	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 81	-9.3	340±30	1470-1640	1560	valide	Chapdelaine 2015b
Beta-423828	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 82	-9.9	370±30	1447-1634	1515	valide	Chapdelaine 2015b
ULA-3071	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 60	-8.8	370±20	1451-1630	1504	valide	Chapdelaine 2013
ULA-3072	AMS	grain de maïs carbonisé	Str. 70	-9.0	350±20	1462-1635	1561	valide	Chapdelaine 2013

Sur 11 échantillons, 9 ont été retenus comme valides.

Beta-099502. Cet échantillon de charbon de bois fut recueilli en 1996 par Michel Gagné (1997, p. 40) entre 15 et 22 cm de profondeur dans la structure 4 située dans la partie ouest du village. Il a retourné un âge mesuré (30±60 RCYBP [*Radio Carbon Years Before Present*]) bien trop récent, avec un intervalle de dates calibrées à 95 % de crédibilité de cal AD 1680-1939 (médiane = cal AD 1842), qui peut

s'expliquer soit par une erreur d'échantillonnage sur le terrain, soit par une contamination postérieure; il est donc éliminé *a priori*.

Beta-111918. Cet échantillon est tiré de plusieurs grains de maïs carbonisés, qui ont été collectés dans le dépotoir nord-est du site BgFn-1 par Michel Gagné en 1997 (Gagné 1998, p. 54). Lui aussi a produit un âge radiocarbone mesuré (210 ± 40 RCYBP) qui paraît trop jeune (intervalle calibré à 95 % de crédibilité de cal AD 1530-1950, avec une date médiane de cal AD 1768) et invite donc à son élimination *a priori*.

Les cinq échantillons suivants sont de qualité très satisfaisante (matériau organique de courte durée de vie, faible écart-type de l'âge mesuré RCYBP, et informations précises quant au contexte) et ont été prélevés et datés par Claude Chapdelaine (2013) lors de la campagne de fouilles archéologiques de l'École de fouilles de l'Université de Montréal en 2011. Pour contrôler de possibles biais liés aux protocoles privilégiés par les laboratoires d'analyse, trois échantillons (Beta-) furent envoyés à Beta-Analytic Inc. aux États-Unis et deux au Centre d'Études Nordiques de l'Université Laval à Québec (ULA-).

Beta-313556. Dans la fosse #47 de la maison-longue #2, à des profondeurs comprises entre 20 et 30 cm, pas moins de neuf grains de maïs carbonisés, dont est tiré le présent échantillon, ont retourné un âge mesuré de 320 ± 30 RCYBP qui produit un intervalle acceptable à 95 % de crédibilité de cal AD 1483-1646 et une date médiane de cal AD 1563.

Beta-313557. Cet échantillon est composé de quatre grains fragmentés de maïs carbonisés, mis au jour dans le foyer #68 de la maison-longue #3 à une profondeur d'environ 15-17 cm. Il a retourné exactement le même âge mesuré (RCYBP) que Beta-313556.

Beta-313558. Dans la fosse #35 de la maison-longue #1, deux grains de maïs complets et carbonisés ont été collectés à une profondeur relativement importante de 52 cm. L'échantillon a retourné un âge mesuré acceptable de 330 ± 30 RCYBP, qui après calibration produit un intervalle à 95 % de crédibilité de cal AD 1477-1643, avec une date médiane de cal AD 1562, autrement dit, un estimateur ponctuel presque identique à celui déduit des deux échantillons précédents.

ULA-3071. La fosse #60 contenait de très nombreux grains de maïs carbonisés dont fut tiré le présent échantillon, à une profondeur d'environ 25 cm; il a produit un âge mesuré acceptable, bien que légèrement plus vieux que les précédents, de 370 ± 20 RCYBP, qui correspond à un intervalle calibré de cal AD 1451-1630, avec une date médiane de cal AD 1504.

ULA-3072. Cet échantillon provient de la fosse #70 qui a livré 495 grains de maïs carbonisés au total. Dix d'entre eux, prélevés entre 10 et 20 cm de profondeur, constituent le présent échantillon qui a retourné un âge mesuré de 350 ± 20 RCYBP. Sa calibration livre un intervalle à 95 % de crédibilité de cal AD 1462-1635 et une date médiane de cal AD 1561.

Les quatre échantillons suivants ont été recueillis et datés par Claude Chapdelaine (2015 b) lors de la campagne de fouilles archéologiques de l'École de fouilles de l'Université de Montréal en 2015. Dans l'ensemble, ils ont retourné des âges mesurés plus vieux de quelques décennies que les échantillons envoyés pour datation quatre ans plus tôt.

Beta-423825. Le foyer #61, localisé dans le secteur centre-nord du site Droulers, a produit quelques grains de maïs dont est tiré Beta-423825 (25-30 cm de profondeur) qui a produit un âge mesuré accep-

table de 390 ± 30 RCYBP, soit un intervalle calibré à 95 % de crédibilité de cal AD 1441-1631 et une date médiane de cal AD 1488.

Beta-423826. Cet échantillon est tiré de grains de maïs qui proviennent du foyer #76 (profondeur entre 10 et 20 cm), situé dans le secteur ouest du site. Il a produit un âge mesuré de 370 ± 30 RCYBP, qui correspond à un intervalle calibré à 95 % de crédibilité de cal AD 1447-1634, avec une date médiane de cal AD 1515.

Beta-423827. La fosse #81, à proximité du foyer #61, contenait plusieurs grains de maïs carbonisés à une profondeur d'environ 25 cm. L'échantillon a livré un âge mesuré de 340 ± 30 RCYBP qui, une fois calibré, produit un intervalle de crédibilité à 95 % de cal AD 1470-1640 et une date médiane de cal AD 1560.

Beta-423828. Dans la fosse #82 du secteur nord-est du site, plusieurs grains de maïs carbonisés ont été mis au jour. Cet échantillon a livré un âge mesuré identique à Beta-423826.

Datation du site Droulers

Le script employé pour la datation du site BgFn1 se présente comme suit :

```
Plot()
{
  Sequence()
  {
    Outlier_Model(T(5),U(0,4),"t");Combine("Droulers_Combine")
    {
      R_Date("Beta-313556", 320, 30){Outlier(0.05)};R_Date("Beta-313557", 320, 30){Outlier(0.05)};
      R_Date("Beta-313558", 330, 30){Outlier(0.05)};R_Date("ULA-3071", 370, 20){Outlier(0.05)};
      R_Date("ULA-3072", 350, 20){Outlier(0.05)};R_Date("Beta-423825", 390, 30){Outlier(0.05)};
      R_Date("Beta-423826", 370, 30){Outlier(0.05)};R_Date("Beta-423827", 340, 30){Outlier(0.05)};
      R_Date("Beta-423828", 370, 30){Outlier(0.05)};
    };
    Before(C_date("Abandon des Valles de la Trent et du Saint-Laurent",AD(1580,0)));
  };
};
```

Une seule ronde a été nécessaire pour obtenir des résultats suffisamment robustes ($A_{\text{model}} = 90,5 \%$, donc supérieur au seuil de 60 %, et des *posteriori* égaux à 3, donc tous inférieurs au *prior* de 5). La figure 13.4 rapporte les résultats bruts d'une modélisation qui, rappelons-le, porte sur Droulers comme entité indépendante; elle se lit de la manière suivante :

- À un intervalle conservateur de crédibilité de 95,4 %, le village Droulers daterait d'entre cal AD 1476 et 1524.
- À un intervalle de crédibilité de 68 %, le village daterait d'entre cal AD 1491 et 1515.

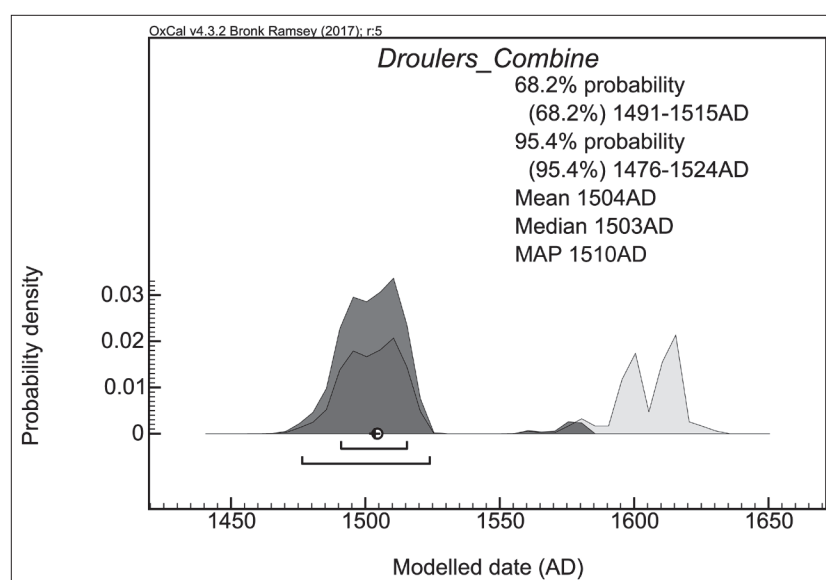


Figure 13.4 Graphique illustrant les distributions *a priori* (en gris clair) et *a posteriori* (ou modélisée ; en gris foncé) pour la date combinée du site BgFn-1. La distribution *a priori* concerne la combinaison des 9 dates, alors que celle *a posteriori* inclut en plus l'imposition d'un TAQ à cal AD 1580.

-Les trois estimateurs ponctuels bayésiens retournent une date sensiblement identique avec cal AD 1504 pour la moyenne, cal AD 1503 pour la médiane et cal AD 1510 pour le maximum *a posteriori* (MAP). En retenant les évaluations proposées précédemment, Droulers serait un village du Précontact récent (AD 1450-1535) et pourrait avoir été occupé durant 20 années consécutives. Si l'on accepte de considérer la date médiane comme un estimateur ponctuel fiable, nous obtenons alors un intervalle crédible pour le site Droulers allant de cal AD 1493 à 1513.

Reconstruire la séquence de « Saint-Anicet »

Les résultats présentés ci-haut ne sont que préliminaires et sont susceptibles de changer légèrement quand les sites sont modélisés comme des composantes d'une même séquence. Désormais, nous allons tenter de reconstruire la séquence villageoise de la concentration ISL de Saint-Anicet. Il faudra, dans un premier temps, dater les villages qui la composent pour les classer par ordre d'ancienneté le plus plausible. Les échantillons datés disponibles sur ces sites sont soumis dans le tableau 13.2. Encore une fois, pour y parvenir, les estimateurs ponctuels bayésiens seront décortiqués. Enfin, un modèle sera échafaudé pour intégrer tous les villages dans une seule et même séquence, et les intervalles finaux de dates pour chaque occupation villageoise en seront extraits.

Datation de site Mailhot-Curran (BgFn-2). Pour Mailhot-Curran, la configuration retenue implique les 10 dates AMS disponibles, mais résume les 17 dates obtenues par luminescence stimulée optiquement (IRSL) en un modèle statistique de mélange fini comme suggéré par Forget Brisson (2016, p. 52-54; voir aussi Forget *et alii* 2015). Plus précisément, ce modèle produit deux intervalles de dates, et le second ($B = 1523 \pm 49$) est considéré comme étant le plus fiable. Une autre solution consistait à modéliser tous les échantillons (10 dates AMS et 17 dates IRSL), mais le modèle *outlier* entraînait l'élimination d'échantillons supplémentaires. Cependant, comme il préserve moins de données brutes et reflète donc moins fidèlement la « réalité observée », ce protocole n'a pas été favorisé.

Les résultats de la première ronde (tableau 13.3) permettent d'identifier quatre *outliers* parmi les dates AMS (Beta-335641 et Beta-335643 trop récentes, et Beta-335642 et Beta-335644 trop anciennes) avec un A_{model} inférieur à 60 % et un *posterior* supérieur à 5.

Tableau 13.2 Échantillons datés mis au jour sur les autres sites de la concentration de Saint-Anicet

Village	Code Borden	Échantillon	Méthode	Matériel daté	Contexte	$\delta^{13}\text{C}$	Âge mesuré normalisé (BP)	Intervalle non modélisé à 95% (AD)	Date médiane calendaire non modélisée (AD)	Date calendaire corrigée (AD)	Validité <i>a priori</i>	Référence
Mailhot-Curran	BgFn-2	Beta-335641	AMS	grain de <i>Zea mays</i> carbonisé	dépotoir sud-ouest	-8,9	260±30	1520-1943	1647	-	valide	Chapdelaine 2015a
		Beta-335642			dépotoir nord	-9,3	390±30	1441-1631	1488	-	valide	
		Beta-335643			Str. 16 (maison-longue 2)	-9,4	250±30	1521-1939	1655	-	valide	
		Beta-335644			Str. 17 (maison-longue 2)	-7,9	460±30	1412-1468	1438	-	valide	
		Beta-365708			Str. 30 (maison-longue 3)	-8,5	270±30	1514-1799	1633	-	valide	
		Beta-365709			Str. 43 (maison-longue 4)	-9,2	300±30	1489-1654	1564	-	valide	
		Beta-365710			dépotoir nord	-8,4	280±30	1498-1795	1577	-	valide	
		Beta-391963			Str. 50 (maison-longue 4)	-9,1	340±30	1470-1640	1560	-	valide	
		Beta-391964			Str. 60 (maison-longue 5)	-9,3	330±30	1477-1643	1562	-	valide	
		Beta-391965			dépotoir centre-ouest	-8,5	320±30	1483-1646	1563	-	valide	
		MC-1			Str. 38 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1398±34	valide	
		MC-2			Str. 27 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1107±164	valide	
		MC-3			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1566±21	valide	
		MC-4			Str. 32 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1185±38	valide	
		MC-5			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1162±46	valide	
		MC-6			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1346±34	valide	
		MC-7			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1713±24	valide	
		MC-8			Str. 27 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1533±30	valide	
		MC-9	IRSL	vase	dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1423±36	valide	Forget Brisson 2016
		MC-10			Str. 38 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1101±89	valide	
		MC-11			Str. 38 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1264±44	valide	
		MC-12			Str. 38 (maison-longue 3)	-	-	-	-	1471±40	valide	
		MC-13			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1277±102	valide	
		MC-14			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1422±39	valide	
		MC-15			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1637±23	valide	
		MC-16			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1474±42	valide	
		MC-17			dépotoir nord-ouest	-	-	-	-	1571±29	valide	
		Modèle de l'âge central			-	-	-	-	-	1423±44	valide	
Irving	BgFn-5	Modèle de mélange fini basé sur le décompte d'aliquotes	statistique	vases datés par luminescence	-	-	-	-	-	A=1353±55 B=1523±49	valide	Chapdelaine 2015a
		Mode			-	-	-	-	-	1533	valide	
		-			-	-	-	-	-	1561	valide	
		GSC-451			fosse 2	-8,9	500±130	1255-1793	1433	-	valide	
		GSC-453			fosse1	-9,3	450±130	1273-1950	1483	-	valide	
McDonald	BgFo-18	Beta-111919	AMS	grain de <i>Zea mays</i> carbonisé	Str. 22 (10-20 cm de prof.)	-15,3	110±40	1677-1940	1831	-	trop jeune	Gagné 1998
		n/a-6	AMS	charbon de bois	-	-	630±60	1291-1415	1347	-	valide	CARD 2.0

Calculé comme suit : 2013 (année de référence) – âge corrigé BP.
Sur un ensemble initial de 32 échantillons, 31 sont conservés après filtrage *a priori*. Beta-111919 a peut-être été contaminé avant son envoi au laboratoire.

Tableau 13.3 Résultats de la première ronde du modèle combinant les dates de BgFn-2

Échantillon	Méthode	Âge normalisé mesuré (BP)	Intervalle à 95% (AD)	Date calendaire médiane (AD)	Date calendaire corrigée (AD)	Accord avec le modèle (%)	Valeur "outlier" postérieure
Beta-335641	AMS	260±30	1520-1943	1647	-	52.4	7
Beta-335642	AMS	390±30	1441-1631	1488	-	6.9	25
Beta-335643	AMS	250±30	1521-1939	1655	-	25.6	11
Beta-335644	AMS	460±30	1412-1468	1438	-	0.0	99
Beta-365708	AMS	270±30	1514-1799	1633	-	87.5	5
Beta-365709	AMS	300±30	1489-1654	1564	-	133.7	3
Beta-365710	AMS	280±30	1498-1795	1577	-	115.4	4
Beta-391963	AMS	340±30	1470-1640	1560	-	81.2	3
Beta-391964	AMS	330±30	1477-1643	1562	-	101.5	3
Beta-391965	AMS	320±30	1483-1646	1563	-	118.5	3
Modèle de mélange fini basé sur le décompte d'aliquotes	IRSL	-	-	-	A = 1353±55 B = 1523±49	123.7	5
Combine	OxCal 4.3	-	-	-	-	0.5	-

En italique : les entrées ayant retourné des indices statistiques soulignant la présence d'outliers *a posteriori*.

Une seconde ronde sans les outliers retourne des résultats fiables (tableau 13.4 et figure 13.5) :

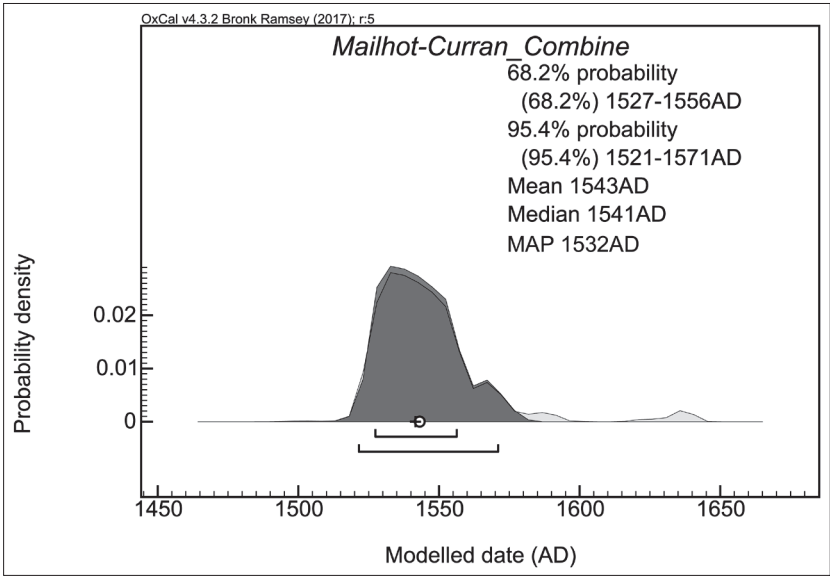


Figure 13.5 Graphique illustrant les distributions *a priori* (en gris clair) et *a posteriori* (ou modélisée ; en gris foncé) pour la date combinée du site BgFn-2.

-À un intervalle conservateur de crédibilité de 95,4 %, le village Mailhot-Curran daterait d'entre cal AD 1521 et 1571.

-À un intervalle de crédibilité de 68 %, le village daterait d'entre cal AD 1527 et 1556.

-Les trois estimateurs ponctuels bayésiens livrent des dates à peu près similaires avec cal AD 1543 pour la moyenne, cal AD 1541 pour la médiane et cal AD 1532 pour le maximum *a posteriori*. En retenant les évaluations proposées précédemment, Mailhot-Curran serait vraisemblablement un village remontant au moins en partie à la période du Contact

(après la seconde expédition de Jacques Cartier en 1535), mais sans preuve de contact direct, et pourrait avoir été occupé durant 20 années consécutives. Si l'on accepte de considérer la date médiane comme un estimateur ponctuel fiable, nous obtenons alors un intervalle crédible pour le site Mailhot-Curran allant de cal AD 1531 à 1551.

- Les mêmes questions se posent comme pour le cas du site Droulers en ce qui concerne la moyenne, la médiane et l'impact du TAQ.

Tableau 13.4 Résultats de la seconde ronde du modèle combinant les dates de BgFn-2

Échantillon	Méthode	Âge norma- lise mesuré (BP)	Intervalle à 95% (AD)	Date calen- daire médiane (AD)	Date calen- daire corrigée (AD)	Accord avec le modèle (%)	Valeur “outlier” postérieure
Beta-365708	AMS	270±30	1514-1799	1633	-	84.8	5
Beta-365709	AMS	300±30	1489-1654	1564	-	131.6	3
Beta-365710	AMS	280±30	1498-1795	1577	-	112.4	4
Beta-391963	AMS	340±30	1470-1640	1560	-	82.9	3
Beta-391964	AMS	330±30	1477-1643	1562	-	102.5	3
Beta-391965	AMS	320±30	1483-1646	1563	-	118.4	2
Modèle de mélange fini basé sur le décompte d’aliquotes	IRSL	-	-	-	B = 1523±49	125.4	5
Combine	OxCal 4.3	-	1521- 1571a	1541	-	118.2	-

^a Intervalle modélisé obtenu avec un terminus ante quem à AD 1580.

Dans sa propre évaluation de l’âge du site, Claude Chapdelaine (2015a, p. 350) a repris une méthode ingénieuse mise au point par James Wright (1985) pour chercher une adéquation entre les 10 dates AMS alors à sa disposition (les dates IRSL n’avaient alors pas encore été produites). Sur la base de l’absence d’objets de manufacture européenne sur BgFn-2, Chapdelaine est plus enclin à accepter un intervalle allant de cal AD 1518 à 1530. Il est en effet possible que l’occupation du village Mailhot-Curran ait commencé avant l’arrivée de Cartier dans le Haut-Saint-Laurent, mais le modèle soumis ici ne soutient pas l’hypothèse d’une occupation totalement antérieure au Contact. Les objets de facture européenne sont plus souvent trouvés dans des sépultures ; or aucune ne fut trouvée sur BgFn-2, et l’absence des secondes peut expliquer celles des premiers. Soulignons toutefois que l’intervalle basé sur le maximum *a posteriori* (cal AD 1522 à 1542) est très proche de celui soumis par Chapdelaine (*ibid.*).

Datation du site Irving (BgFn-5). Une seule date AMS (340±30 RCYBP) est connue pour le site Irving. L’imposition d’un TAQ à cal AD 1580 produit une distribution *a posteriori* plus délicate à interpréter, puisque le minimum solaire de Spörer (Eddy 1976) affectant la courbe de calibration (en bleu) entre 1450 et 1550 produit un effet plateau plus déterminant ici et engendre une bimodalité (figure 13.6) :

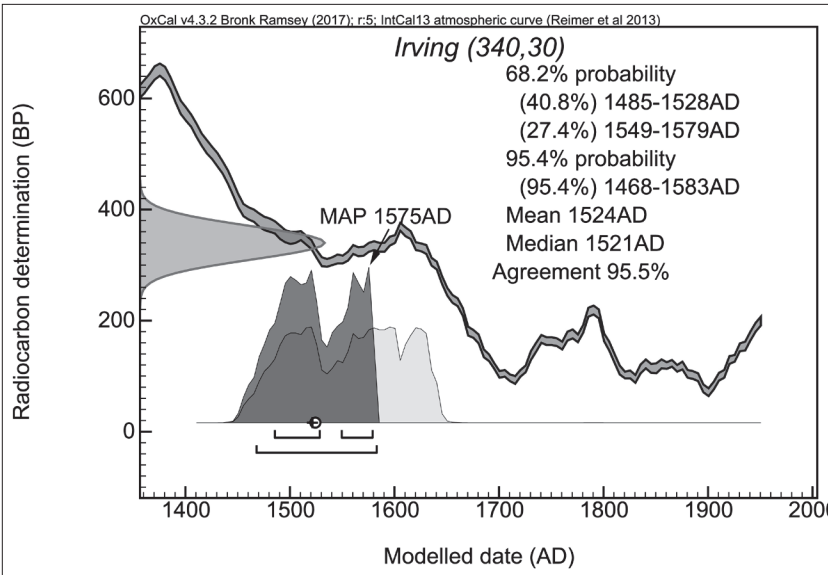


Figure 13.6 Graphique illustrant les distributions *a priori* (en gris clair) et *a posteriori* (ou modélisée ; en gris foncé) pour la date du site BgFn-5.

- À un intervalle conservateur de crédibilité de 95,4 %, le site Irving daterait d’entre cal AD 1468 et 1583.
- À un intervalle de crédibilité de 40,8 %, le camp daterait d’entre cal AD 1485 et 1528.
- À un intervalle de crédibilité de 27,4 %, il remonterait plutôt à entre cal AD 1549 et 1579.
- Les trois estimateurs ponctuels bayésiens livrent des dates distinctes. La moyenne et la médiane (cal AD 1524 et 1521 respectivement) sont localisées dans des

zones de plus faible densité, ce qui rend leur emploi douteux. La distribution est certes bimodale, et le maximum *a posteriori* est situé à cal AD 1575, alors que le mode le plus ancien, lui plus en accord avec la moyenne et la médiane, est situé à cal AD 1520. L'auteur est davantage enclin à retenir le mode le plus ancien comme étant l'estimateur ponctuel le plus juste dans la situation présente. Irving serait en fait un campement remontant au Précontact récent (AD 1450-1535) et pourrait avoir été occupé pendant une décennie. Si l'on accepte de considérer la médiane comme un estimateur ponctuel fiable, nous obtenons alors un intervalle crédible pour BgFn-5 allant de cal AD 1516 à 1526 ce qui le placerait en position intermédiaire quasi parfaite entre Droulers et Mailhot-Curran.

Datation de site Berry (BgFo-3). La combinaison des deux dates du site Berry ne nécessite qu'une ronde ($A_{\text{model}} = 120\%$ et *posterior* du modèle *outlier* général = 3), mais l'important écart-type (± 130) qui accompagne ces deux échantillons datés avant l'adoption de la spectrométrie de masse, couplé à l'effet plateau dû au minimum de Spörer, introduit beaucoup d'incertitude (distribution très étalée) et d'ambiguïté (nombreux tronçons de densité de probabilité relativement significative) dans les résultats *a posteriori* (figure 13.7) :

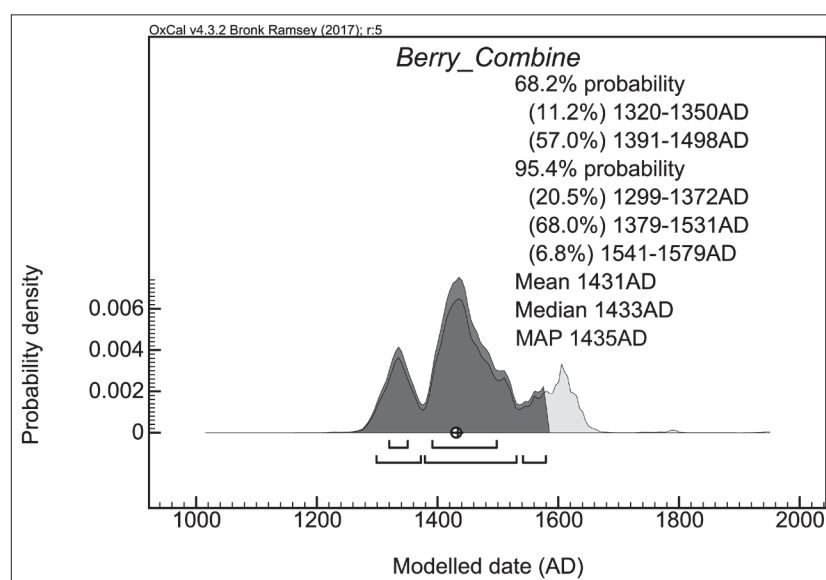


Figure 13.7 Graphique illustrant les distributions *a priori* (en gris clair) et *a posteriori* (ou modélisée ; en gris foncé) pour la date combinée du site BgFo-3.

avoir été occupé pendant 25 ans (ramené à 24 ans). Avec la médiane comme point focal, nous avons donc un intervalle de date plausible allant de cal AD 1421 à 1445.

Datation du site McDonald (BgFo-18). Une seule date valide est utilisée pour dater le village McDonald (630 ± 60 RCYBP). Cet âge est si ancien qu'il rend superfétatoire l'introduction d'un TAQ à cal AD 1580. Les résultats (figure 13.8) peuvent être lus de la manière suivante :

- À intervalle de crédibilité de 95,4 %, le site BgFo-8 daterait d'entre cal AD 1275 et 1415.
- À intervalle de crédibilité 40,4%, il remonterait à entre cal AD 1343 et 1394.
- À intervalle de crédibilité de 27,8 %, McDonald aurait été occupé entre cal AD 1291 et 1326.
- La distribution bimodale (voire trimodale) explique pourquoi tous les estimateurs ponctuels ne sont pas concordants. La moyenne et la médiane sont presque identiques (cal AD 1344 et 1347 res-

- Les deux intervalles de crédibilité les plus robustes (68 % et 57 %) correspondent respectivement à des dates allant de cal AD 1379 à 1531 et de cal AD 1391 à 1498.

- Par contre, les trois estimateurs ponctuels bayésiens s'avèrent très utiles ici. Ils livrent des dates concordantes (moyenne = cal AD 1431, médiane = cal AD 1433, MAP = 1435) qui se situent dans une zone de forte densité de probabilité. Toujours en se fiant aux intervalles de longévité des sites proposés plus haut, le village Berry pourrait dater de l'Iroquoien moyen (AD 1250-1450) et

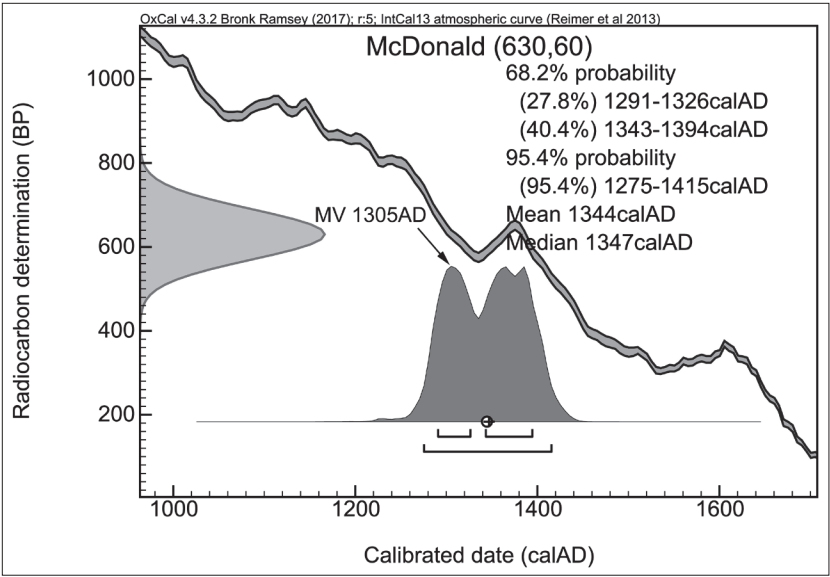


Figure 13.8 Graphique illustrant les distributions *a priori* (en gris clair) et *a posteriori* (ou modélisée ; en gris foncé) pour la date du site BgFo-18.

en compte la médiane, nous trouvons un intervalle crédible pour BgFo-18 allant de cal AD 1335 à 1359, ce qui en fait le village le plus ancien de la concentration de Saint-Anicet.

pectivement), mais localisés dans une zone de plus faible densité de probabilité. Quant à lui, le maximum de vraisemblance (mode non modélisé) est de cal AD 1305, mais il est presque de même densité de probabilité que les valeurs situées à cal AD 1385 et cal AD 1365. Comme nous ne pouvons trancher sur aucune de ces dates, il est préférable de s'en tenir à la valeur médiane. En considérant les évaluations proposées par Warrick (1988 et 2008), McDonald serait un site remontant à l'Iroquoien moyen (AD 1250-1450) et aurait été occupé pendant 24 ans. En prenant

Séquençage et datation de Saint-Anicet

Mise en ordre. Preuve en est que l'introduction de postulats (*priori*) informatifs peut significativement affecter les résultats *a posteriori* : l'imposition d'un TAQ (à AD 1580 et à AD 1565) place Irving avant Mailhot-Curran, alors que si aucun *prior* informatif n'est introduit, Irving succède à Mailhot-Curran (tableau 13.5). Par contre, que le TAQ soit placé à AD 1580 ou à AD 1565 n'a pas d'impact significatif sur les résultats.

Tableau 13.5 Impact de l'imposition d'un *terminus ante quem* à AD 1580 et à AD 1565 sur l'ordre des sites dans le temps

<i>Terminus ante quem?</i>	Site	Min.-Max. modélisés à 68% (AD)	Min.-Max. modélisés à 95% (AD)	Date calendaire médiane (AD)	Date calendaire moyenne (AD)	Date calendaire modale (AD)
SANS	McDonald	1291-1394	1275-1415	1347	1344	1305
	Berry	1319-1616	1299-1635	1444	1457	1435
	Droulers	1490-1617	1479-1624	1515	1546	1510
	Mailhot-Curran	1526-1557	1518-1578	1542	1546	1532
	Irving	1490-1632	1470-1640	1560	1555	1520/1595 ^a
AD 1580	McDonald	1291-1394	1275-1415	1347	1344	1305
	Berry	1320-1498	1299-1579	1433	1431	1435
	Droulers	1491-1515	1476-1524	1503	1504	1510
	Irving	1485-1579	1468-1583	1521	1524	1575
	Mailhot-Curran	1527-1556	1521-1571	1541	1543	1532
AD 1565	McDonald	1291-1394	1275-1415	1347	1344	1305
	Berry	1320-1496	1299-1563	1431	1426	1430
	Droulers	1491-1515	1481-1521	1503	1504	1510
	Irving	1481-1563	1466-1568	1514	1514	1520
	Mailhot-Curran	1527-1554	1522-1562	1540	1541	1532

^aDensité de probabilité égale.

Comme nous privilégions l'emploi du postulat informatif, l'ordre des occupations retenu est le suivant : McDonald – Berry – Droulers – Irving – Mailhot-Curran.

Séquençage. Au-delà de la mise en ordre des sites dans le temps, il est possible, à travers la syntaxe du script entré dans OxCal 4.3, de bâtir des modèles qui reflètent le type de relation qui unit les occupations villageoises. Le script suivant suggère l'existence de relations hybrides, incluant des séquences (c.-à-d. présence d'un hiatus entre deux occupations) et des événements contigus :

```
Plot()
{
  Sequence("Saint-Anicet")
  {
    Boundary("Debut McDonald");Phase("McDonald")
    {
      R_Date("McDonald", 630, 60);
    };
    Boundary("Fin McDonald");Boundary("Start Berry");Phase("Berry")
    {
      Combine("Berry Combine")
      {
        R_Date("GSC-451", 500, 130);R_Date("GSC-453", 450, 130);
      };
    };
    Boundary("Fin Berry");Boundary("Debut Droulers");Phase("Droulers")
    {
      Combine("Droulers Combine")
      {
        R_Date("Beta-313556", 320, 30);R_Date("Beta-313557", 320, 30);R_Date("Beta-313558", 330, 30);
        R_Date("ULA-3071", 370, 20);R_Date("ULA-3072", 350, 20);R_Date("Beta-423825", 390, 30);
        R_Date("Beta-423826", 370, 30);R_Date("Beta-423827", 340, 30);R_Date("Beta-423828", 370, 30);
      };
    };
    Boundary("Droulers - Irving");Phase("Irving")
    {
      R_Date("Irving", 340, 30);
    };
    Boundary("Irving - Mailhot-Curran");Phase("Mailhot-Curran")
    {
      Combine("Mailhot-Curran Combine")
      {
        R_Date("Beta-365708", 270, 30);R_Date("Beta-365709", 300, 30);R_Date("Beta-365710", 280, 30);
        R_Date("Beta-391963", 340, 30);R_Date("Beta-391964", 330, 30);R_Date("Beta-391365", 320, 30);
        Date("FMM-B", N(2013-490, 49));
      };
    };
    Boundary("Fin Mailhot-Curran");
    Before(C_date("Abandon des Valles de la Trent et du Saint-Laurent",AD(1580,0)));
  };
};
```

Le modèle produit est robuste (indice $A_{\text{modèle}}$ de 115,1 %). Sur la base des médianes *a posteriori*, nous obtenons la séquence suivante (tableau 13.6 et figure 13.9) : McDonald (cal AD 1366 = Iroquoien moyen = durée d'occupation villageoise de 24 ans) – Berry (cal AD 1436 = Iroquoien moyen = *idem*) – Droulers (cal AD 1501 = Précontact récent = durée de 20 ans) – Irving (cal AD 1519 = Précontact récent = camp d'une durée possible de 10 ans) – Mailhot-Curran (cal AD 1538 = Contact indirect = durée de 20 ans).

Tableau 13.6 Résultats de la modélisation de la séquence villageoise de la concentration de Saint-Anicet.

Schéma transitionnel entre occupations	Nom	Dates modélisées (cal A.D.)					Accord de l'âge combiné (%)	Accord au modèle (%)
		1-sigma (68.2%)		2-sigma (95.4%)				
		de	à	de	à	médiane		
SÉQUENTIEL	Début McDonald	1299	1399	1237	1424	1349		
	McDonald							
	McDonald (630,60)	1308	1409	1283	1420	1366		99.5
	Fin McDonald	1350	1425	1296	1444	1384		
	Début Berry	1388	1453	1337	1482	1419		
	Berry							
	Berry Combiné	1410	1465	1349	1497	1436	117.4	
	GSC-451 (500,130)	1410	1465	1349	1497	1436		136.9
	GSC-453 (450,130)	1410	1465	1349	1497	1436		134.9
SÉQUENTIEL	Fin Berry	1429	1485	1394	1507	1454		
	Début Droulers	1473	1510	1442	1518	1488		
	Droulers							
	Droulers Combiné	1491	1512	1480	1520	1501	86.6	
	Beta-313556 (320,30)	1491	1512	1480	1520	1501		70.9
	Beta-313557 (320,30)	1491	1512	1480	1520	1501		70.9
	Beta-313558 (330,30)	1491	1512	1480	1520	1501		90.3
	ULA-3071 (370,20)	1491	1512	1480	1520	1501		103.3
	ULA-3072 (350,20)	1491	1512	1480	1520	1501		121.9
	Beta-423825 (390,30)	1491	1512	1480	1520	1501		78.6
	Beta-423826 (370,30)	1491	1512	1480	1520	1501		116.3
	Beta-423827 (340,30)	1491	1512	1480	1520	1501		107.8
	Beta-423828 (370,30)	1491	1512	1480	1520	1501		116.3
CONTIGU	Droulers - Irving	1497	1522	1485	1538	1511		
	Irving							
	Irving (340,30)	1505	1530	1493	1548	1519		103.8
CONTIGU	Irving - Mailhot-Curran	1515	1543	1500	1560	1529		
	Mailhot-Curran							
	Mailhot-Curran Combiné	1526	1553	1520	1564	1538	113.3	
	Beta-365708 (270,30)	1526	1550	1521	1566	1539		90
	Beta-365709 (300,30)	1526	1550	1521	1566	1539		132.4
	Beta-365710 (280,30)	1526	1550	1521	1566	1539		117
	Beta-391963 (340,30)	1526	1550	1521	1566	1539		77.9
	Beta-391964 (330,30)	1526	1550	1521	1566	1539		98.1
	Beta-391365 (320,30)	1526	1550	1521	1566	1539		115.3
	FMM-B (1523,49)	1526	1553	1520	1564	1538		129.9
	Fin Mailhot-Curran	1531	1564	1525	1579	1549		
	<i>Terminus Ante Quem</i>							
	Abandon des Vallées de la Trent et du Saint-Laurent (1590.5)	1580	1581	1580	1581	1580		100

Datation de Droulers et séquençage chronologique des villages de la concentration de Saint-Anicet à l'aide de la modélisation bayésienne

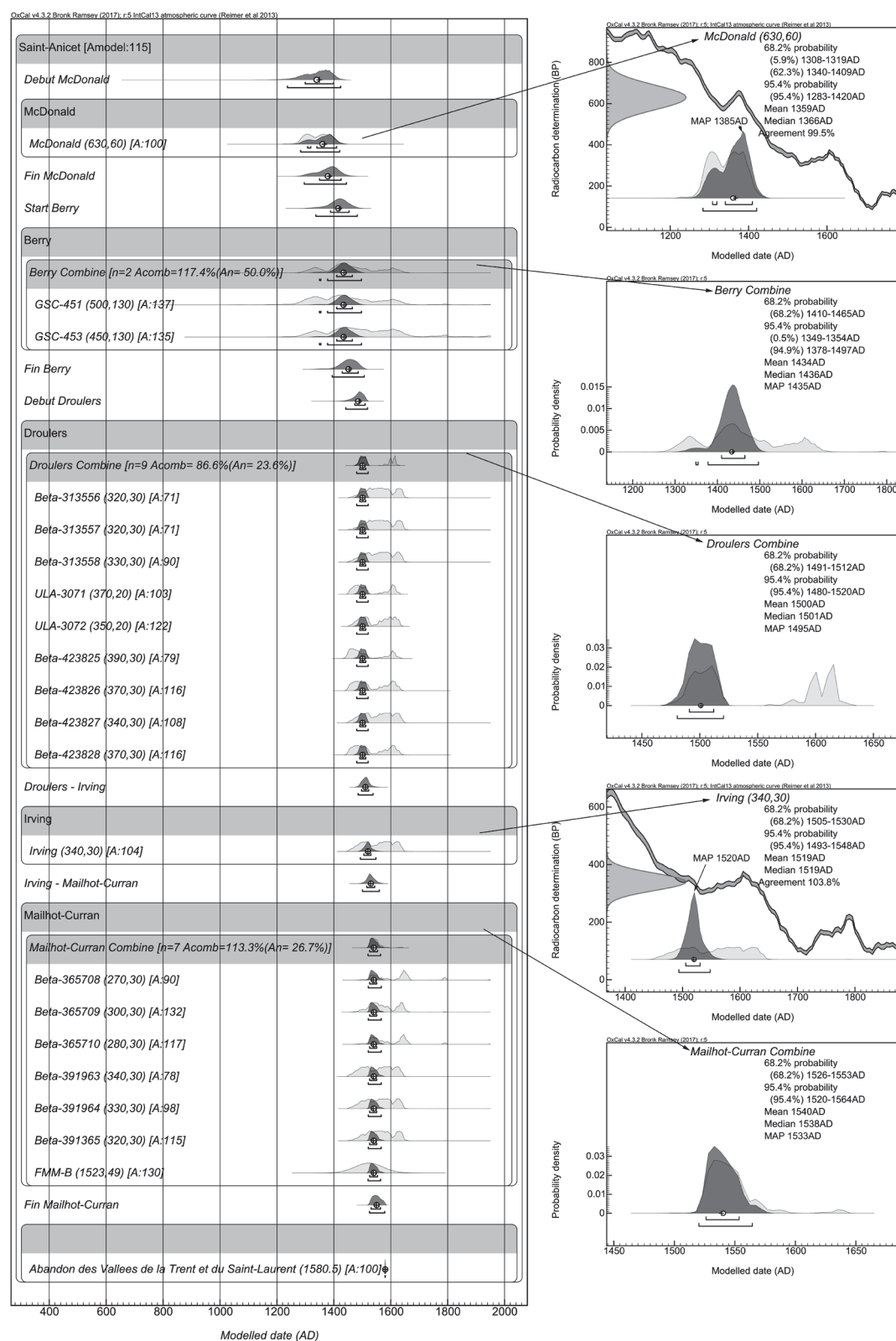


Figure 13.9 Distributions *a posteriori* de la séquence villageoise de Saint-Anicet (à gauche) et des villages la composant (à droite). Notez que sans être parfaitement gaussiennes, ces distributions sont unimodales (sauf dans le cas de McDonald, mais le second mode est de bien plus forte densité de probabilité), ce qui permet la rétention des estimateurs ponctuels bayésiens.

Ainsi, les intervalles d'occupation retenus sont :

- McDonald = cal AD 1354-1378;
- Berry = cal AD 1424-1448;
- Droulers = cal AD 1491-1511;
- Irving = cal AD 1514-1524;
- Mailhot-Curran = cal AD 1528-1548.

Par ailleurs, les sites Droulers, Irving, et Mailhot-Curran se succèdent de manière contiguë. Dans ce modèle, le site Irving ne serait pas tant un camp satellite du village Droulers, mais aurait pu jouer un rôle dans la probable transition villageoise entre Droulers et Mailhot-Curran qui sont sans doute des communautés apparentées.

Conclusion

En guise de conclusion, il semble nécessaire de comparer les résultats calculés ici *via* la modélisation chronologique d'inspiration bayésienne à ceux obtenus récemment par Claude Chapdelaine dans un article consacré à la datation du site Droulers-Tsiionhiakwatha (Chapdelaine 2013), ainsi que dans la monographie dédiée au site Mailhot-Curran (Chapdelaine 2015a, 2015c). Au sujet du site Droulers, Chapdelaine (2015a, p. 54) propose que : « même si nous options aujourd'hui pour un intervalle entre 1440 ou 1450 et 1500 de notre ère, il n'y a absolument rien qui nous empêche de croire en un intervalle plus récent au XVI^e siècle. » En fait, l'approche présentée dans ce chapitre livre un résultat qui est en parfaite adéquation avec cette proposition, puisque l'auteur suggère ici un intervalle allant de cal AD 1491 à 1511. Chapdelaine se prononce aussi sur le rapport entre Droulers et Mailhot-Curran :

L'occupation de ces deux sites [Droulers et Mailhot-Curran] au même moment constitue une hypothèse raisonnable, mais nous persistons à favoriser une occupation du site Mailhot-Curran après l'abandon des maisons-longues de Droulers. Les trois dernières dates obtenues sur Mailhot-Curran en 2014 favorisent désormais un rapprochement temporel entre l'abandon de Droulers et l'établissement d'un village plus petit à Mailhot-Curran. Il est désormais possible d'imaginer un scénario où un segment de la population du site Droulers quitte pour s'établir à deux kilomètres au sud-est sur le flanc nord de la crête morainique dominant le secteur. (Ibid., p. 352)

La présente étude s'accorde encore une fois avec les observations formulées par Chapdelaine. De surcroît, le modèle bâti permet de mettre en avant une autre piste complémentaire, à l'effet que les populations des sites Droulers, Irving, et Mailhot-Curran seraient, non pas concurrentes, mais plutôt apparentées, et qu'Irving serait dans une position intermédiaire entre les deux autres villages. Ce portrait offre des perspectives extrêmement prometteuses quant à l'étude de la transmission des savoir-faire céramiques, tant sur les plans technologiques qu'ornementaux, puisque ce laps de temps équivaut en termes ethnographiques à trois générations (d'environ deux décennies chacune, entre 1490 et 1550).

Plus loin dans son texte, Chapdelaine (*ibid.*, p. 353) indique que « le site Irving se situerait à l'époque du site Droulers tandis que le site McDonald se situerait pour l'instant au XIV^e siècle », or c'est aussi ce que soulignent les résultats retournés par l'approche bayésienne.

En somme, la présente étude confirme dans les grandes lignes comme dans les plus petites ce que Chapdelaine avait déjà annoncé en 2015. Alors, pourquoi promouvoir la modélisation chronologique et l'approche bayésienne si celles-ci ne font que soutenir ce que nous savions déjà ? D'abord, cette adéquation entre les résultats livrés par des méthodes différentes (voir Wright 1985) constitue en elle-même une conclusion positive. Un désaccord aurait nécessité d'être décortiqué et aurait très probablement impliqué des effets indésirables imputables à l'imposition de postulats (ou contraintes) dans les modèles chronologiques. Concrètement, ce qu'offre l'approche bayésienne que n'offrent pas automatiquement d'autres approches, tient en la clarification des postulats et des contraintes constitutifs des modèles, ainsi que des estimateurs ponctuels retenus. Ici, ces présupposés sont les suivants : 1- les villages sont perçus comme autant de sites à occupation unique ; 2- l'auteur admet que ces villages n'ont pas pu être occupés au-delà de cal AD 1580, soit peu avant le premier voyage de Champlain le long du Saint-Laurent en 1603, et 3- quand la distribution de densités de probabilité tend suffisamment vers la normalité, la médiane est utilisée comme repère crédible. La subjectivité inhérente au paradigme bayésien force l'analyste à faire montre de la plus grande transparence possible. Cet avantage bénéficie même aux détracteurs des modèles soumis dans telle ou telle étude, puisque les termes qui les supportent sont clairement identifiés et donc aisément critiquables. La portée de ce constat est tout sauf minime ; en réalité, il garantit la scientificité de la méthode en extirpant ses tenants et ses aboutissants de la « boîte noire » tant décrié en théorie générale des systèmes. Ce constat rend aussi hommage à l'humaniste Nicolas Boileau (1636-1711) et à sa formule célèbre qui veut que « ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement ».

Note : au sujet du site Droulers, les cinq rapports de l'école de fouilles sont reproduits sur le DVD en pochette et des informations supplémentaires sur les échantillons datés et les structures associées se trouvent dans les rapports de 2010, 2012 et 2015.

Références

- BAYLISS, A. 2015. Quality in Bayesian chronological models in archaeology. *World Archaeology* 47(4) : 677-700.
- BIRCH, J., C. A. CRANN et J.-L. PILON 2016. Chronological Modeling and Insights on European-St. Lawrence Iroquoian Interaction from the Roebuck Site, Ontario. *Canadian Journal of Archaeology* 40(2) : 332-347.
- BRONK RAMSEY, C. 2009a. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(1) : 337-360.
- BRONK RAMSEY, C. 2009b. Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. *Radiocarbon* 51(3) : 1023-1045.
- BUCK, C. E. and B. MESON 2015. On being a good Bayesian. *World Archaeology* 47(4) : 567-584.
- CANADIAN ARCHAEOLOGICAL RADIOCARBON DATABASE (CARD 2.1) 2015. *Geospatial Radiocarbon Data, Electronic Database*, <http://www.canadianarchaeology.ca>, 01, 01, 2016.
- CHAPDELAINE, C. 2013. Quelle est la position chronologique du site iroquoien Droulers-Tsiionhiakwatha? *Archéologiques* 26, p. 1-24.
- CHAPDELAINE, C. 2015a. La datation radiométrique du site Mailhot-Curran. Dans *Mailbot-Curran : un village iroquoien du XVI^e siècle*, édité par C. Chapdelaine, p. 341-354. Collection Paléo-Québec no. 35, Recherches amérindiennes au Québec, Montréal, QC.
- CHAPDELAINE, C. 2015b. *Le site Droulers/Tsiionhiakwatha (BgFn-1) : Une troisième campagne de fouilles (Août 2015)*. Département d'Anthropologie, Université de Montréal, QC.

- CHAPDELAINE, C. 2015c. *Mailhot-Curran : un village iroquoien du XVI^e siècle*. Paléo-Québec 35. Recherches amérindiennes au Québec, Montréal, QC.
- CHAPDELAINE, C. 2016. "Saint Lawrence Iroquoians as middlemen or observers: Review of evidence in the middle and upper Saint Lawrence Valley". In *Contact in the Sixteenth Century. Networks among Fishers, Foragers and Farmers*, B. Loewen et C. Chapdelaine (éd.), p. 149-170. Mercury Series Paper 176. Canadian Museum of History and University of Ottawa Press, Gatineau and Ottawa.
- EDDY, J. A. 1976. The Maunder Minimum. *Science* 192(4245) : 1189-1202.
- FORGET-BRISSE, L. 2016. *La datation du site Mailhot-Curran. Application de la luminescence optique sur des poteries iroquoiennes du Saint-Laurent*. Mémoire de maîtrise, Département d'anthropologie, Université de Montréal, Montréal, QC.
- FORGET-BRISSE, L., M. LAMOTHE, S. HUOT, F. HARDY et C. CHAPDELAINE 2015. Optical dating of St. Lawrence Iroquoian ceramics from the Mailhot-Curran site, southern Québec. *Quaternary Geochronology* 30 : 392-397.
- GAGNÉ, M. 1997. *L'occupation villageoise iroquoise dans la région de Saint-Anicet, M.R.C. du Haut-Saint-Laurent (1996) : inventaire régional, fouille du site BgFn-1 et programme d'animation culturelle sur le site Droulers (BgFn-1)*.
- GAGNÉ, M. 1998. *L'occupation villageoise iroquoise dans la région de Saint-Anicet, M.R.C. du Haut-Saint-Laurent (1997) : inventaire régional, fouille archéologique et programme d'animation culturelle sur le site Droulers (BgFn-1)*.
- MCLEATH, R. 2016. *Statistical Rethinking. A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. Texts in Statistical Science. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- TELFORD, R. J., E. HEEGAARD and H. J. B. BIRKS 2004. The intercept is a poor estimate of a calibrated radiocarbon date. *The Holocene* 14(2) : 296-298.
- WARRICK, G. 1988. Estimating Ontario Iroquoian Village Duration. *Man in the Northeast* 36 : 21-60.
- WARRICK, G. 2008. *A population history of the Huron-Petun, AD 500-1650*. Studies in North American Indian History. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- WRIGHT, J. V. 1985. The Comparative Radiocarbon Dating of Two Prehistoric Ontario Iroquoian Villages. *Canadian Journal of Archaeology* 9(1) : 57-68.