



ChronoModel

Marie-Anne Vibet
Anne Philippe

Laboratoire de mathématiques Jean Leray, Univ. Nantes

Objectif de la modélisation

- ★ Dater un ou plusieurs faits archéologiques à partir d'un contexte archéologique et d'un ensemble d'objets supposés contemporains.
- ★ Construire une chronologie de faits.
- ★ Estimer la durée d'une période archéologique.

Exemple des bouquets de la tombe de Sennefer, maire de Thèbes au XVIII^{ième} siècle av JC

Dater une des phases de l'enterrement de Sennefer à partir des datations (mesures) faites sur les bouquets trouvés à l'entrée de la tombe et à partir d'un ensemble de connaissances archéologiques (information *a priori*).

Ref : Quiles et al. Bayesian modelling of an absolute chronology for Egypt's 18th Dynasty by astrophysical and radiocarbon methods. Journal of Archaeological Science, 2013, 40, 423–432

Le modèle du fait de ChronoModel

Démarche de la modélisation

Qu'est-ce qu'un fait

★ Dans ChronoModel, le fait correspond à la date d'un ensemble d'objets archéologiques déterminée grâce à un ensemble d'objets supposés contemporains datés par thermoluminescence ou radiocarbone ou archéomagnétisme,

→ A vous de définir ce qu'est un fait dans le contexte dans lequel vous travaillez.

Exemple des bouquets de la tombe de Sennefer

Fait archéologique : Enterrement de Sennefer

Fait daté : Mort des fleurs constituant les bouquets

Dans cette modélisation, chaque bouquet observé constitue un fait indépendant.

Intégrer les connaissances a priori

★ Informations provenant de connaissances historiques (ou géologiques, environnementales ...)

Plage d'étude :

Hypothèse : la date du fait appartient à la plage d'étude.

Sans information supplémentaire, la date du fait est supposée suivre une distribution uniforme sur la plage d'étude.

Succession temporelle :

Antériorité d'un fait par rapport à l'autre

Relation stratigraphique

Bornes :

Les faits peuvent être contraints avant (ou après) une date historique.

Exemple (suite)

Informations *a priori* de l'exemple des bouquets

Plage d'étude :

18^{ième} dynastie égyptienne

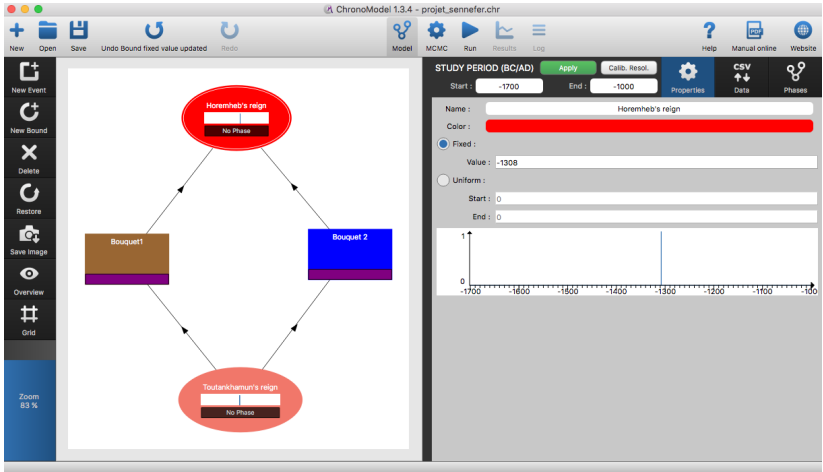
- Prenons -1700 à -1000

Information *a priori* supplémentaire :

Les différentes phases de l'enterrement de Sennefer se sont passées entre le début du règne de Toutankhamon et le début du règne de Horemheb.

- Ajout de deux **bornes** correspondant au début des règnes (-1356, -1312)
- Ajout de **contraintes de succession** entre bornes et faits

Implémentation dans ChronoModel



Intégrer les datations

★ **Datations (Mesures)**

Objets archéologiques collectés sur le site

Datation de ces échantillons par l'une des méthodes de datation (thermoluminescence ou radiocarbone ou archéomagnétisme,)

★ **Exemple des bouquets de la tombe de Sennefer**

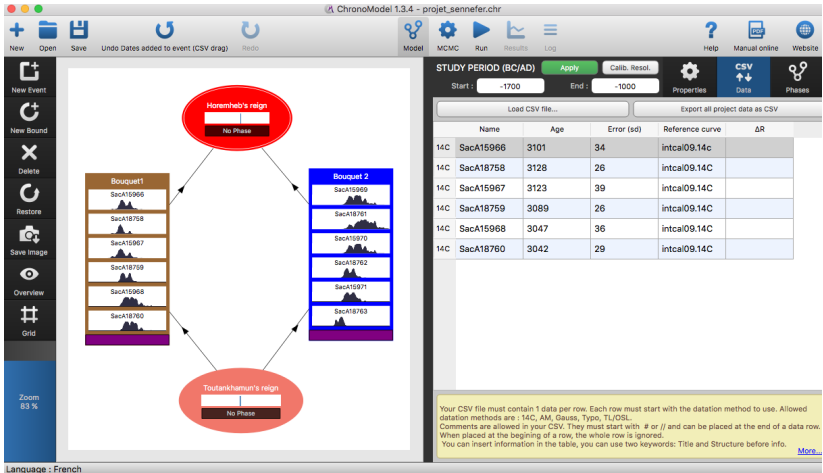
Mesures :

2 bouquets trouvés à l'entrée de la tombe

6 mesures radiocarbone par bouquet

Utilisation de la courbe de référence Intcal09.14c

Datations et ChronoModel



Modélisation bayésienne

Information *A PRIORI*

Contexte historique
Observation du site

DATATIONS

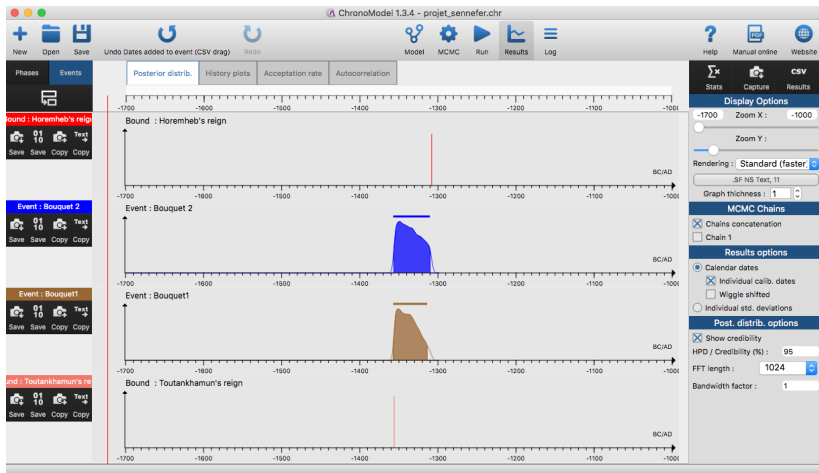
Mesures d'âge (radiocarbone,
archéomagnétisme, ...)

=

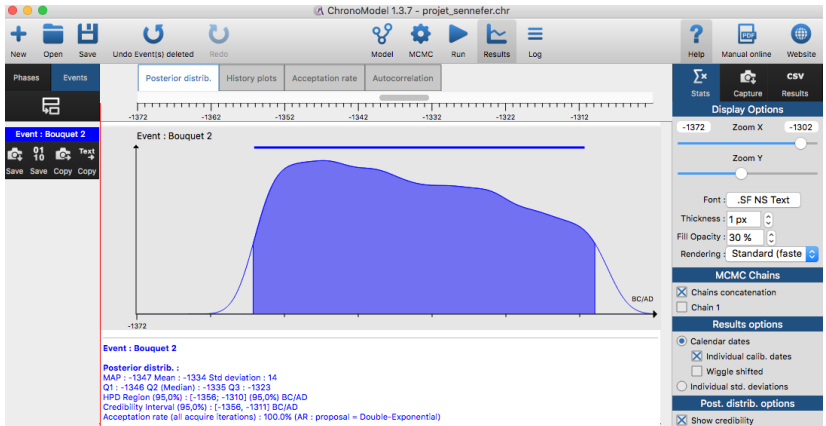
Information *A POSTERIORI*

Résumé des résultats obtenus : distribution a posteriori, moyenne (**MEAN**), maximum a posteriori (**MAP**), le plus court intervalle de crédibilité (**CI**), région à plus haute densité (**HPD**)

Densités *a posteriori* des faits



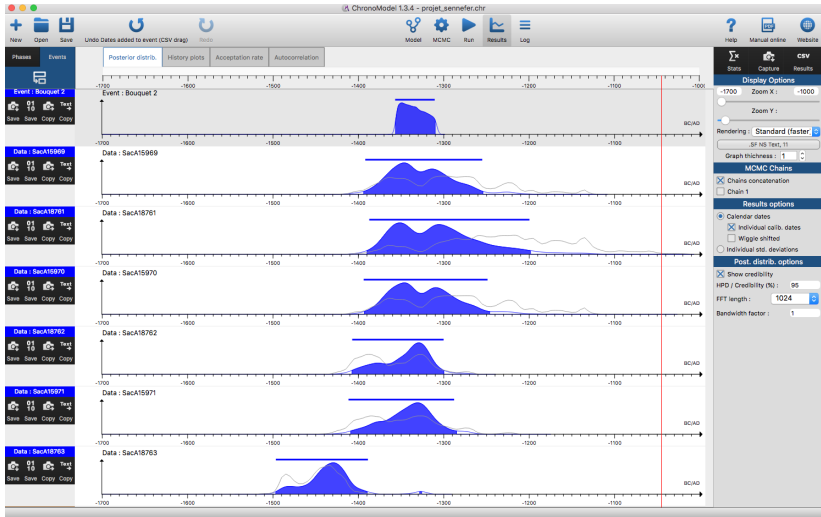
Résumé statistique



La ligne au-dessus de la courbe présente le plus court intervalle de crédibilité.

La région à plus haute densité (HPD) correspond aux régions colorées sous la courbe (ici, une seule région).

Densités *a posteriori* - Bouquet 1



Les phases archéologiques

Modélisation de phases

Qu'est-ce qu'une phase ?

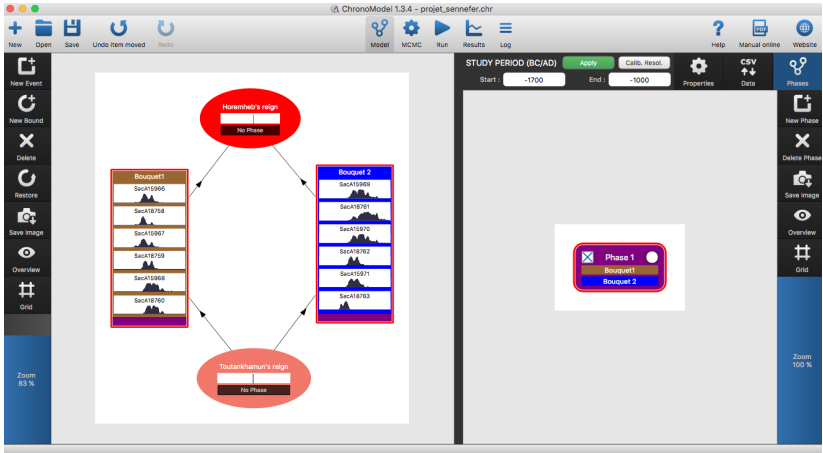
★ Dans ChronoModel, une phase réunit plusieurs faits sur la base d'un ou plusieurs critères géographiques ou environnementaux ...
Aucune hypothèse n'est faite sur la position/distribution des faits au sein de la phase.

★ Exemple des bouquets de la tombe de Sennefer

Phase : Enterrement de Sennefer.

- Tous les bouquets appartiennent à une même phase

Implementation dans ChronoModel



Intégrer les connaissances *a priori*

- ★ **Contraintes de durée** d'une phase

Une phase peut durer au plus x ans

- ★ **Contraintes de succession** entre deux phases

Tous les faits de la première phase sont antérieurs à ceux de la deuxième phase

- ★ **Existence d'un hiatus** entre deux phases

La durée entre deux phases est au-moins de x ans

Informations *a posteriori*

- ★ **Date du début de la phase :**

$$\alpha = \text{minimum}(\theta_{j,j=1\dots r})$$

- ★ **Date de fin de la phase :**

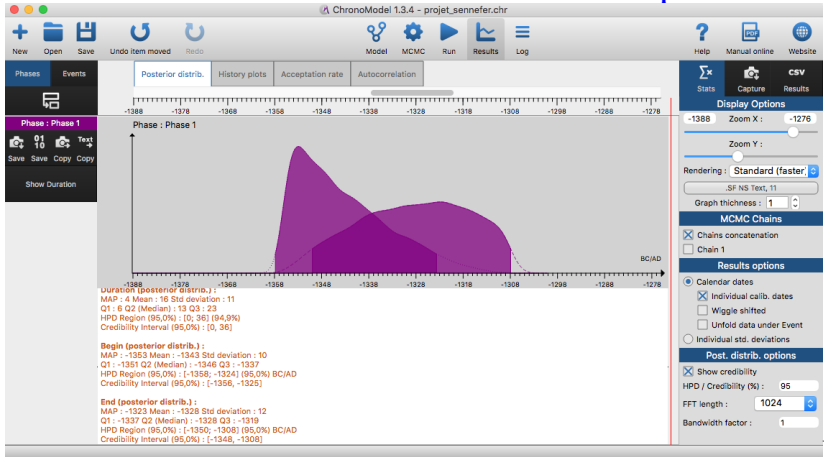
$$\beta = \text{maximum}(\theta_{j,j=1\dots r})$$

- ★ **Durée de la phase :**

$$\tau = \beta - \alpha$$

- ★ Résumé des résultats obtenus : densité *a posteriori*, moyenne (**MEAN**), maximum *a posteriori* (**MAP**), le plus court intervalle de crédibilité (**CI**), région à plus haute densité (**HPD**)

Densités *a posteriori* du début et de la fin de phase



Les

deux densités *a posteriori* sont superposées sur un même graphique. La première densité correspond à la densité du début de phase, la seconde densité, à la densité de la fin de phase.