



HAL
open science

La gestion des différentes méthodes de datation dans le cas des inhumations de Villenauxe-la-Grande (Aube, 10). L'apport des statistiques bayésiennes et du logiciel ChronoModel

Philippe Lanos, Jérémy Maestracci, Luc Sanson

► To cite this version:

Philippe Lanos, Jérémy Maestracci, Luc Sanson. La gestion des différentes méthodes de datation dans le cas des inhumations de Villenauxe-la-Grande (Aube, 10). L'apport des statistiques bayésiennes et du logiciel ChronoModel. Rencontre autour des typo-chronologies des tombes à inhumation : Actes de la 11e Rencontre du Gaaf du 3 au 5 juin 2019 à Tours, 11 (82e supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France), pp.97-104, 2022, 978-2-913272-65-1. halshs-03927419

HAL Id: halshs-03927419

<https://shs.hal.science/halshs-03927419v1>

Submitted on 25 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Rencontre autour des typo-chronologies des tombes à inhumation

**Actes de la 11^e Rencontre du Gaaf
du 3 au 5 juin 2019 à Tours**

Sous la direction de
**Philippe Blanchard, Jean-Philippe Chimier,
Matthieu Gaultier et Christian Verjux**

Publication financée par
le Laboratoire Archéologie et Territoires (UMR 7324 CITERES-LAT, Université de Tours/CNRS),
le ministère de la Culture,
l'Inrap (Institut national de recherches archéologiques préventives),
le Gaaf (Groupe d'anthropologie et d'archéologie funéraire)

© Gaaf/FERACF
Tours 2022
Publication du Gaaf n°11
82^e Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France

Philippe LANOS, Jérémy MAESTRACCI et LUC SANSON

**La gestion des différentes méthodes de datation dans le cas
des inhumations de Villenauxe-la-Grande (Aube, 10).
L'apport des statistiques bayésiennes et du logiciel ChronoModel**

Mots-clés : Datation, datation au radiocarbone, typologie, stratigraphie, statistique bayésienne, inhumation, sépulture.

Keywords: *Dating, radiocarbon, typology, stratigraphy, Bayesian statistics, burial, grave.*

Résumé : Une partie de la nécropole de Villenauxe-la-Grande (10, Aube) a révélé, en 2014, une cinquantaine de sépultures. Ces tombes appartiennent à deux phases chronologiques distinctes : l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge. L'enjeu de ce travail est de synthétiser les résultats des différentes datations obtenues pour chaque inhumé. Ces dates proviennent de la typologie du mobilier, des analyses radiocarbone, des monnaies et des relations stratigraphiques. La synthèse de toutes ces méthodes de datations a pu être menée via l'utilisation des statistiques bayésiennes et du logiciel ChronoModel. Les intervalles restitués permettent d'obtenir une grande finesse dans les datations et ainsi d'aborder la dynamique d'occupation de la nécropole. La méthode rend possible le dialogue entre les différents intervenants qui travaillent sur les datations.

Abstract: *Around 50 graves were revealed in part of the Villenauxe-la-Grande necropolis (10, Aube), in 2014. These tombs belong to two distinct chronological phases: Late Roman Empire and the Carolingian Dynasty. This work aims to combine the different dating results obtained for each burial. These dates come from the typology of artefacts, coins, radiocarbon analyses and stratigraphic relationship. Bayesian statistics and ChronoModel software were used to synthesise all these dating methods. The dating range obtained provides a very detailed chronology and thus informs on the occupation dynamics of the necropolis. This method facilitates dialogue between the various specialists working on the different dating techniques.*

INTRODUCTION

Le projet de construction du gazoduc “Arc de Dierrey”, reliant Dunkerque à Fos-sur-Mer a entraîné la réalisation de nombreuses opérations archéologiques préventives, sur une grande part de son tracé. Sur le territoire communal de Villenauxe-la-Grande, dans la partie Ouest du département de l’Aube (10, Grand-Est), un diagnostic (FILIPIAK 2013) avait permis de mettre en évidence une nécropole datée de l’Antiquité tardive, au lieu-dit “la Garenne”. L’opération de fouille s’est déroulée durant l’été 2013 et ne portait que sur l’emprise du projet de gazoduc, soit la largeur de la tranchée d’installation du tuyau de gaz : 4 m de large (Fig. 1), mais sur 200 m de long pour le décapage. Le rapport final de cette opération a été rendu en 2017 (MAESTRACCI et SANSON 2017).

Dans ces conditions d’observation limitée, il est évident que l’extension maximale des vestiges est loin d’avoir été atteinte. Le diagnostic avait d’ailleurs montré la présence de nombreuses sépultures au nord de la limite de la fouille (Fig. 2). Le décapage, tout en longueur, a traversé la nécropole de part en part et peut être vu comme un transect, une forme d’échantillonnage arbitraire d’un gisement important. Le décapage a mis au jour 44 fosses sépulcrales pour un total de 51 défunts alors que l’effectif total de sépultures de l’ensemble funéraire reste inconnu.

Deux types de tombes avaient été perçus dès la fouille, correspondant à deux grandes phases chronologiques distinctes. D’une part des fosses de grandes dimensions avec du mobilier abondant correspondant à des tombes



Fig. 1 - En haut, vue des tranchées en cours de réalisation sur le tracé du gazoduc (cliché : L. Leclerc, AREA). En bas, vue du décapage et d’une sépulture en cours de fouille (cliché : L. Sanson, Inrap).

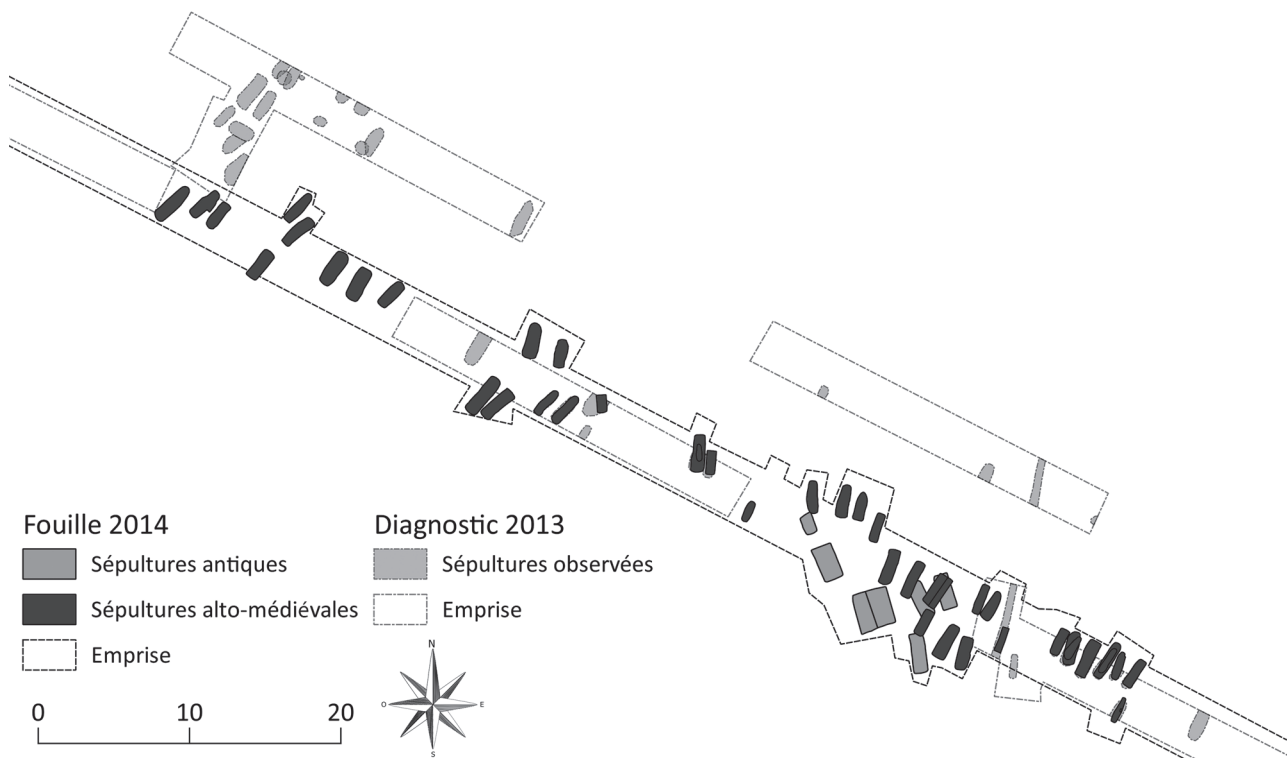


Fig. 2 - Plan général de la nécropole perçu lors du diagnostic et lors de la fouille (J. Maestracci).

de l'Antiquité tardive ; d'autre part des fosses de taille plus modeste, souvent sans mobilier, correspondant à une occupation funéraire carolingienne (Fig. 2). La répartition de ces tombes faisait apparaître des regroupements par ensemble de 2 à 10 fosses sépulcrales.

De ces hétérogénéités typologiques et spatiales découlent plusieurs interrogations : l'occupation funéraire s'inscrit-elle dans la continuité chronologique ou existe-t-il une rupture, un hiatus, plus ou moins important ? La création successive des tombes, s'opère-t-elle selon un rythme lent ou rapide ? Enfin, l'implantation spatiale de ces tombes est-elle le reflet d'une progression continue et unidirectionnelle, fruit d'une association des individus décédés au cours d'une même période ou relève-t-elle d'autres facteurs ?

Pour parvenir à répondre à ces questionnements, il est impératif de produire des datations exhaustives et comparables entre elles. Il est également nécessaire de combiner différents types de datations pour gagner en précision et ainsi obtenir un intervalle chronologique assez fin, inhumation par inhumation. De la problématique découlent donc la méthode et les outils. Les statistiques bayésiennes sont très adaptées à ce cas de figure et seront largement mises à profit, notamment avec le logiciel ChronoModel.

Le point de départ de l'analyse se placera à l'échelle de la tombe, avec comme données primaires les datations qui en sont issues. Dans un second temps, les données de chronologie relative seront intégrées au modèle et permettront d'observer l'influence des contraintes stratigraphiques sur les datations absolues.

Enfin, la mise en commun de l'ensemble des données chronologiques sera l'occasion d'appréhender la dynamique d'occupation globale de la nécropole à travers le temps.

Les paragraphes vont donc suivre un système gigogne. L'inhumation d'un individu et sa méthode de datation vont servir de point de départ, de clé primaire au système. De l'individu, il sera possible ensuite de passer à la relation stratigraphique entre deux tombes et d'observer comment les méthodes de datations prennent en compte les contraintes stratigraphiques observées sur le terrain. Enfin, l'échelle de la phase chronologique, équivalant à une synthèse, permet d'observer les modalités d'occupation au sein de la nécropole.

1. L'ÉCHELLE DE L'ÉVÉNEMENT - L'INHUMATION

L'inhumation est un événement au sens historico-archéologique : il s'agit de la mise en terre d'un (voire de plusieurs) corps, accompagné d'un mobilier archéologique qui lui est, la plupart du temps, contemporain. La brique chronologique élémentaire associée, l'événement, est définie par l'inhumation d'un ou plusieurs individus au même moment, c'est un temps homogène que l'archéologue perçoit comme une unité cohérente.

L'événement constitue l'entrée dans le logiciel de modélisation chronologique ChronoModel (LANOS et DUFRESNE 2019 a ; LANOS et DUFRESNE 2019 b). Pour estimer la date (appelée cible) d'un événement, nous pouvons combiner plusieurs données chronologiques (data) de différentes méthodes de datation grâce à un modèle statistique implémenté dans ChronoModel sous le nom d'*Event* (LANOS et PHILIPPE 2017 ; LANOS et PHILIPPE 2018). Ce modèle est dit très robuste car peu sensible aux données de datation hors tendance ou aberrantes (dites *outliers*).

Les inhumations de Villenaux ont été datées suivant plusieurs méthodes. Tout d'abord, quelques sépultures disposaient d'une monnaie déposée dans la bouche ou dans les mains du défunt. Ces monnaies, dont on connaît les dates de frappe, sont considérées au sein du modèle comme des *bound*, c'est-à-dire des bornes en deçà desquelles l'événement est impossible, c'est-à-dire que l'inhumation ne peut pas être antérieure à la date de frappe. Dans ce cadre l'utilisation des dates de circulation n'est pas pertinente, une monnaie hors d'usage pouvant encore servir d'offrande funéraire.

Ensuite, certaines sépultures étaient également accompagnées de mobilier archéologique abondant et de qualité. De la vaisselle de service en céramique ou en verre ainsi que du petit mobilier en métal ont pu être étudiés par les spécialistes idoines et les datations ont été proposées grâce à une méthode reposant sur la typo-chronologie des objets, sépulture par sépulture. Par exemple, chaque objet (céramique, verre, métal) a été daté par un intervalle temporel qui, selon les spécialistes, correspond à la durée d'utilisation de l'objet en question. Cet intervalle est plus ou moins long selon les objets rencontrés.

Enfin, le budget prévisionnel de l'opération a également permis de réaliser 48 datations radiocarbone, quasiment une par individu. Ces dates ont été faites par le laboratoire de l'université de Poznań (Pologne).

Le résultat de la combinaison de ces différentes méthodes de datation aboutit à une grande finesse dans l'intervalle de confiance de la datation.

Par exemple, la sépulture n° 38 avait :

Une datation radiocarbone de 1690 ± 30 BP, ce qui donne des dates calibrées comprises entre 257 et 301 (20 %) et entre 317 et 419 (76 %) de n. è. ; à deux écarts-types (sigmas).

Une bouilloire à col tronconique et ouverture trilobée en céramique commune sombre grise sableuse régionale, variante du type Bassée 328. La datation céramologique la situe entre la deuxième moitié du IV^e et la première moitié du V^e s. de n. è. L'intervalle saisi est donc entre 350 et 450.

Un bol, ou jatte à profil sinueux et lèvres éversées en céramique commune sombre régionale, type Bassée 512a/515a ou Brulet E5 (BRULET 1990). La datation proposée la situe entre la deuxième moitié du IV^e et le premier quart du V^e s. L'intervalle saisi est de 350 à 425.

Un vase en verre : un bol apode caréné à lèvre arrondie éversée de type NII/E3-4. L'expertise la date de la seconde moitié du IV^e s. de n. è. L'intervalle saisi dans ChronoModel est de 350 à 399.

Enfin, trois monnaies dont deux *aes* de Théodose frappés à l'atelier d'Arles entre 388 et 395 étaient associées à cette inhumation.

Le *bound* (borne TPQ) saisi dans ChronoModel est donc la date la plus ancienne de l'intervalle de frappe, soit 388 (Fig. 3).

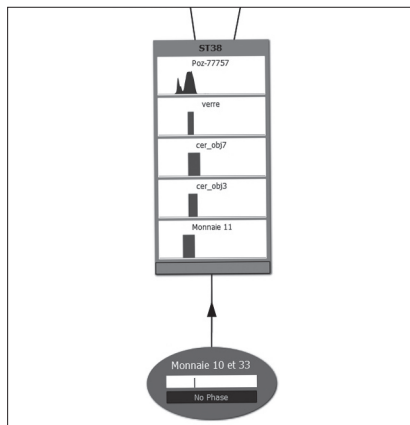


Fig. 3 - Modélisation des différentes dates de la sépulture n° 38 (Ph. Lanos, ChronoModel).

Une datation classique n'aurait pas manqué de prendre la borne donnée par la date de frappe la plus ancienne comme date plancher (388). En revanche, pour définir une date plafond, il aurait fallu prendre les dates extrêmes données par le mobilier, soit jusqu'à 450 de n. è. Une marge de sécurité plus importante aurait même pu être estimée car du mobilier ancien peut être déposé dans les tombes. Seule la datation radiocarbone nous inciterait à ramener la date plafond supposée de l'inhumation à 419 de n. è., si on se base sur deux écarts-types. La datation classique de cette tombe aurait donc probablement donné un intervalle de date compris entre 388 et 420 selon une distribution (densité de probabilité) uniforme, mais en supposant qu'il puisse se développer au-delà, dans une mesure difficile à estimer.

Le résultat donné par l'inférence bayésienne et le logiciel ChronoModel, sous la forme d'une distribution (densité de probabilité) de date (dite *a posteriori*) plus ou moins concentrée selon les circonstances, permet d'obtenir une meilleure estimation de l'intervalle de date pour un niveau de probabilité de 95 % (Fig. 4). Rappelons que la probabilité est mesurée par la surface sous la courbe de densité entre deux dates données. La surface totale sous la courbe, sur toute l'étendue de temps, est par définition de 100 %. La datation des événements peut se résumer par deux informations :

- le MAP: c'est la date qui correspond au mode *a posteriori*, c'est-à-dire au pic de densité de proba-

bilité. Cette valeur permet de se situer sur l'échelle du temps, mais elle "oublie" l'incertitude associée à la date et qui est représentée par la distribution ;

- la région HPD (pour *highest posterior density region*) à 95% : c'est l'union des intervalles de densité plus élevée à un niveau de probabilité de 95% (surface colorée sur les distributions de date). Cet intervalle prend donc en compte les incertitudes sur la date.

Nous pouvons aussi utiliser l'intervalle de crédibilité (IC) qui est représenté par une barre horizontale au-dessus de la distribution de date (cf. Fig. 4 et 7). L'intervalle de crédibilité à 95 % correspond à l'intervalle de temps le plus court tel que la surface sous la courbe pour cet intervalle soit de 95 %. Lorsque la distribution de date est monomodale (avec un seul MAP, comme c'est toujours le cas dans cette étude), on montre que la région HPD déterminée se réduit à un seul intervalle et que cet intervalle est égal à l'intervalle de crédibilité !

Notons que la barre représentant l'intervalle "Phase Time Range" à 95% en figure 8 n'est pas déterminée comme un intervalle de crédibilité : elle est déterminée comme étant l'intervalle le plus court possible comprenant le début et la fin de la phase, à 95 % de chances : nous obtenons ainsi une estimation de la durée de la phase tout en localisant cette durée sur l'échelle du temps.

Dans l'exemple de la sépulture n° 38, nous avons : MAP (Mode A Posteriori) = 390 ;

La région HPD à 95 % est [388 ; 410] BC/AD ; La date de l'évènement a donc 95% de chances de se situer entre 388 et 410 de n. è., soit un intervalle de 22 ans, compte tenu des données disponibles introduites dans le modèle.

Dans cet exemple ST38, nous avons les intervalles de date les plus fins de toute la nécropole. Il arrive que les intervalles soient plus larges, et les courbes de densité de probabilité plus diffuses car toutes les tombes ne sont pas systématiquement pourvues en mobilier d'accompagnement, en datation radiocarbone ou en monnaies précisément identifiées. Toujours est-il que toutes les tombes ont été traitées de la même façon avec le logiciel ChronoModel.

2. L'ÉCHELLE DE LA RELATION STRATIGRAPHIQUE - LE LIEN ENTRE DEUX ÉVÈNEMENTS

À une échelle médiane, on peut observer les relations qu'entretiennent les inhumations les unes avec les autres.

Sur le terrain, 12 cas où 2 inhumations entretenaient une relation stratigraphique d'antéro-postériorité ont été observés, dont 5 entre les deux grandes phases d'occupation et 7 au sein même de la seconde phase.

En archéologie, ce genre de cas de figure est parfaitement connu, la réalisation d'un diagramme permettant d'aider à la mise en phase est très répandue depuis l'ou-

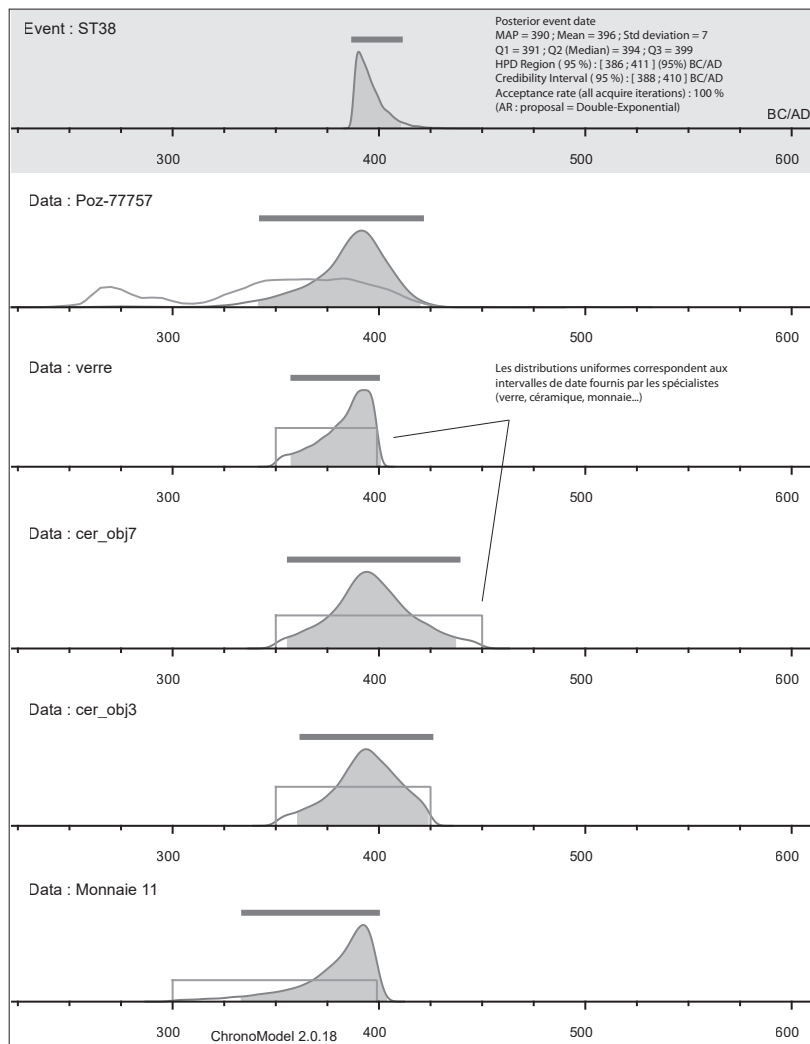


Fig. 4 - Résultat de la datation de la sépulture n° 38. La datation de l'évènement correspond à la première ligne (en haut). Les lignes suivantes correspondent aux différentes datations intervenant dans la datation de l'évènement (¹⁴C, verre, céramique, monnaie) (Ph. Lanos, ChronoModel).

vrage d'Edward Harris (HARRIS 1979). La notion d'Unité Stratigraphique (US), l'élément de base, a même été redéfinie dans la thèse de Bruno Desachy (2008) comme étant "la plus petite unité de terrain perceptible qui soit situable antérieurement et postérieurement aux unités voisines par l'examen de ses limites physiques, c'est-à-dire des interfaces".

Cet examen des interfaces, qui est routinier en archéologie de terrain, permet de proposer une succession chronologique des US et des structures archéologiques selon une chronologie relative. Cela constitue autant de contraintes dont il faut tenir compte dans le modèle.

Les relations stratigraphiques d'antéropostériorité ont donc été saisies dans ChronoModel, mais à l'échelle de l'inhumation individuelle. Par exemple la sépulture n° 69 recoupe la sépulture n° 47 et lui est donc postérieure. Le lien entre ces deux sépultures est donc bien établi. On peut également mentionner que durant la fouille, plusieurs cas de sépulture double à dépôt non simultané ont

été observés. Par exemple, le dépôt de l'individu n° 2 de la tombe n° 63 coupait le comblement créé par l'inhumation de l'individu n°1 dans la même tombe et lui est donc postérieur. La relation d'antéropostériorité est ici à l'échelle des individus déposés (Fig. 5).

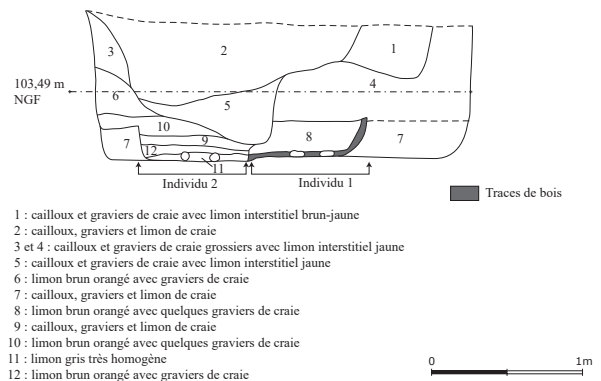


Fig. 5 - Coupe de la sépulture n° 63, l'individu n° 1 est antérieur à l'installation de l'individu n° 2 (J. Maestracchi).

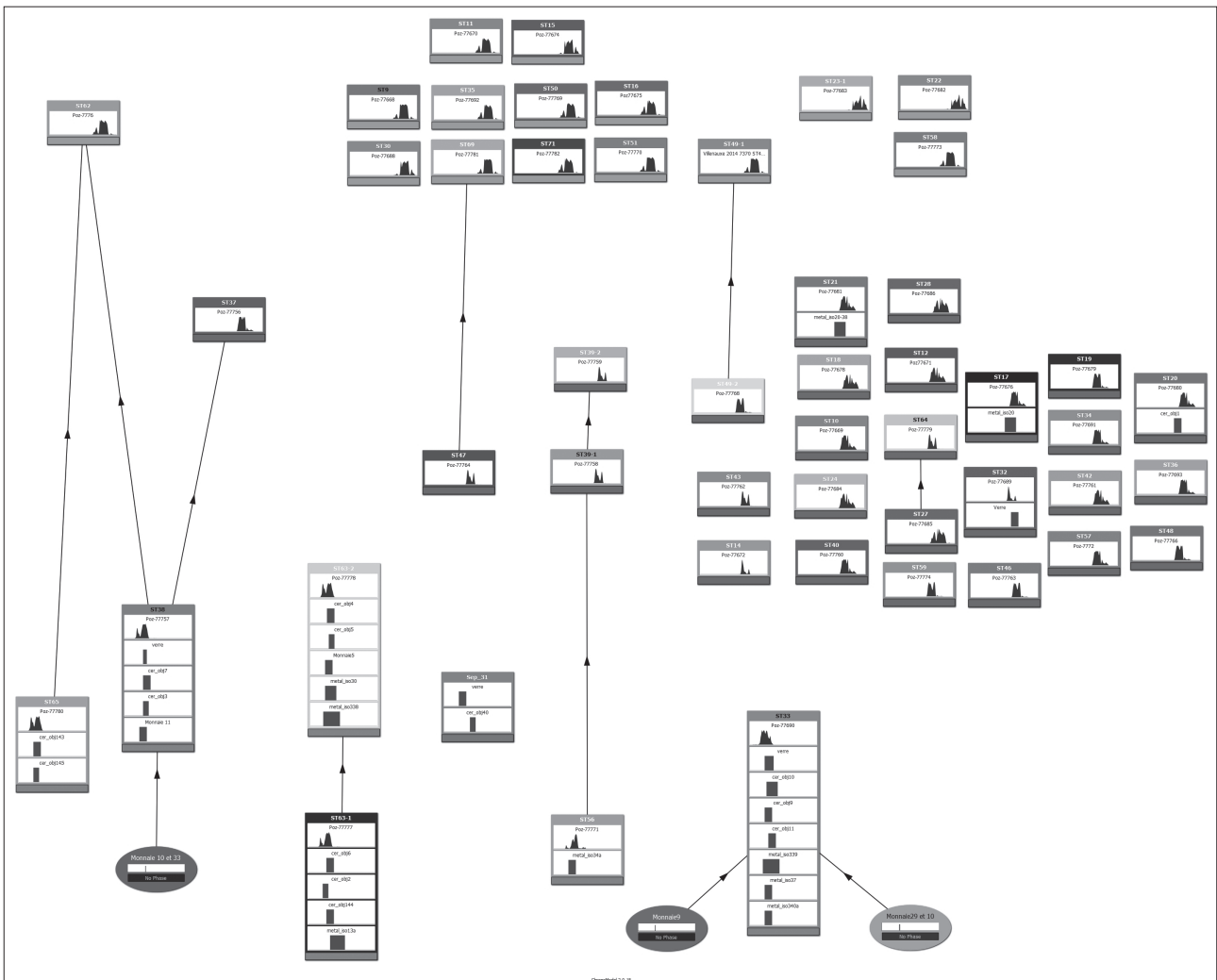


Fig. 6 - Le modèle des événements sous ChronoModel correspondant à toutes les inhumations de Villenaux-la-Grande (Ph. Lanos, ChronoModel).

La manière de traiter les relations stratigraphiques dans le logiciel est similaire à la manière de traiter les bornes (*bound*) fournies par les dates de frappe des monnaies. Une contrainte temporelle est exercée pour que les résultats soient impossibles en-deçà, ou au-delà de la borne ou contrainte stratigraphique définie.

La synthèse de toutes ces relations est visible dans le logiciel sous la forme d'un modèle d'événements (cf. Fig. 6).

Cette modélisation correspond au travail réalisé pour synthétiser toutes les contraintes observées au cours du terrain. L'objectif est donc légèrement différent du diagramme stratigraphique dit "de Harris", c'est pourquoi un va-et-vient entre les deux représentations est nécessaire et que des différences (au niveau de la forme et des objectifs sous-jacents) sont perceptibles.

Le résultat permet de mettre en évidence la succession dans le temps de plusieurs événements. Dans notre exemple de la sépulture n°63, on peut observer que la succession des dépôts des deux individus est relativement brève dans le temps. MAP de l'individu n° 1 : 366;

MAP de l'individu n° 2 : 387. On voit donc que 19 ans d'intervalle en moyenne séparent les pics de densité de probabilité de date correspondant au dépôt de chaque individu (cf. Fig. 7). Dans ce cas précis, il est très tentant de voir dans ces inhumations successives un rapprochement de personnes (la diagnose sexuelle des squelettes correspond à un homme et un indéterminé).

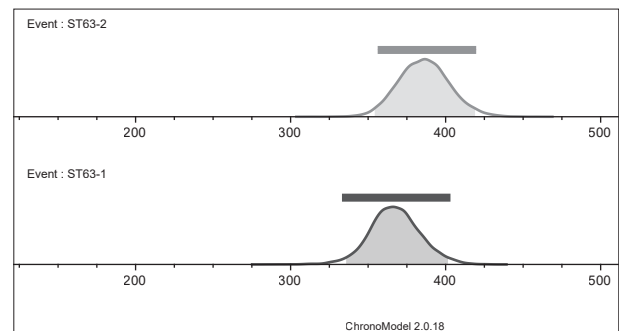


Fig. 7 - Résultat des datations, et de la succession des individus 1 et 2 dans la sépulture n° 63 (L. Sanson, ChronoModel).

3. L'ÉCHELLE DE LA PHASE CHRONOLOGIQUE - LE GROUPE D'ÉVÉNEMENTS

À l'échelle de la dernière *matriochka*, on peut désormais faire quelques remarques au niveau des occupations proprement dites, en observant l'évolution de la nécropole. Deux phases principales ont été mises en évidence: la première durant l'Antiquité tardive, la seconde (que l'on pourrait encore subdiviser) durant l'époque carolingienne.

La phase dans le logiciel ChronoModel est définie comme un groupe d'événements datés dont on peut déterminer la date de début et la date de fin. Par exemple, le résultat début-fin pour la première phase est donné en figure 8 :

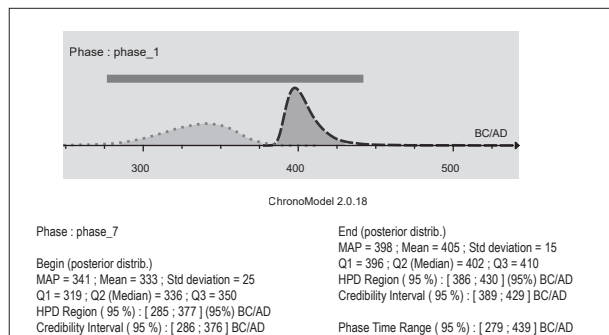


Fig. 8 - Résultat de la datation de la phase 1 (Ph. Lanos, ChronoModel).

Date de début de phase : Begin (posterior distrib.)

MAP = 341 ;

La région HPD à 95 % est [285 ; 377] BC/AD; donc la date de début a 95 % de chances de se situer entre 285 et 377 de n. è.

Date de fin de phase : End (posterior distrib.)

MAP = 398 ;

La région HPD à 95 % est [386 ; 430] BC/AD; donc la date de fin de la phase a 95 % de chances de se situer entre 386 et 430 de n. è.

L'intervalle "Phase Time Range" à 95 % est [279 ; 439] BC/AD; il y a 95 % de chances que le début et la fin (calcul effectué à partir des couples de dates début-fin) de la phase se situent entre 279 et 439 de n. è. Soit un intervalle de 160 ans qui correspond bien à l'Antiquité tardive.

Un important hiatus de plus de 200 ans se manifeste entre la phase de l'Antiquité tardive et l'époque carolingienne. Aucune tombe n'est datée dans cet intervalle et le secteur semble avoir perdu sa vocation funéraire durant cet intermède. Comme cela avait été bien observé sur le terrain, les types de tombes sont très différents entre les phases. Il est même possible d'émettre l'hypothèse de deux nécropoles différentes.

La confrontation des données spatiale et temporelle permet de modéliser l'évolution de la nécropole. Dans sa phase médiévale, elle semble se peupler de manière non linéaire, différents agrégats de tombes grossissant avec le temps (Fig. 9).

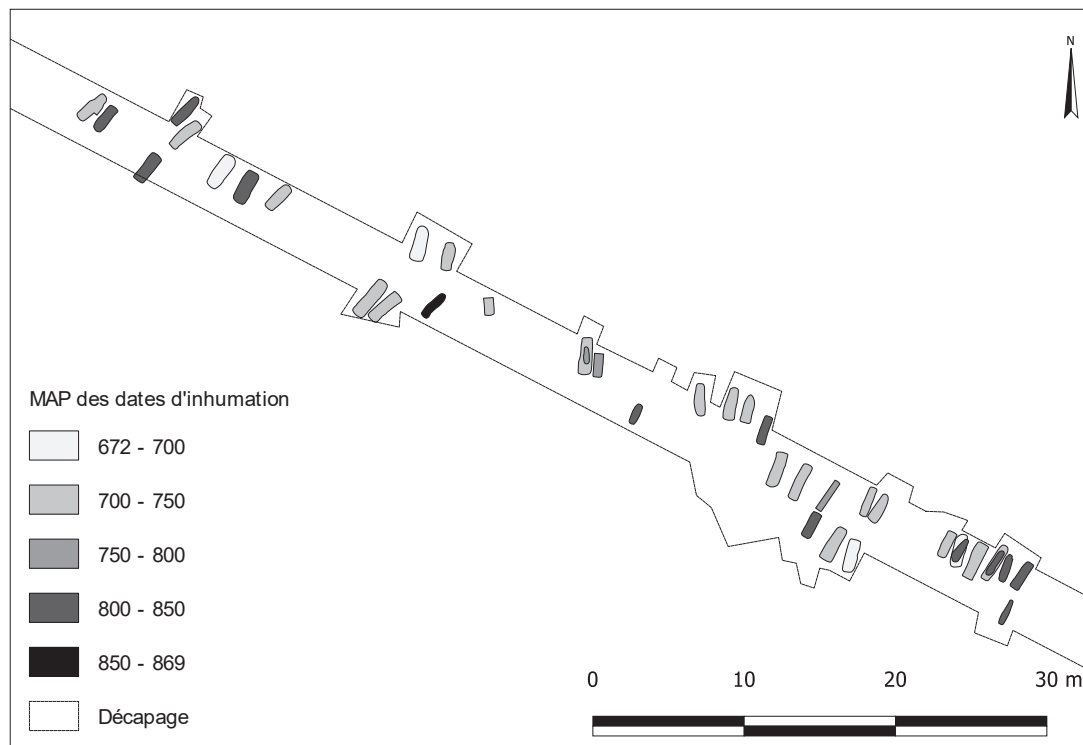


Fig. 9 - Progression spatiale des sépultures, selon leurs dates d'inhumation (MAP) (L. Sanson).

Le développement de cette phase se fait par pôles et par petits groupes *a priori* indépendants, sans organisation d'ensemble perceptible de prime abord. Les groupes ne sont pas constitués par des tombes créées en même temps ou dans un temps rapproché. Les facteurs de regroupements sont dus à une autre cause qu'il reste à déterminer.

CONCLUSION

L'utilisation de ChronoModel et des statistiques bayésiennes nous a permis de déterminer, à partir du calcul de l'intervalle de date d'inhumation de chaque tombe, la longueur du hiatus existant entre les deux occupations funéraires de Villenauxe. Les résultats obtenus nous ont également permis d'observer que les inhumations de l'Antiquité Tardive ont été créées dans un intervalle de temps assez bref, tandis qu'à l'époque carolingienne, le rythme semble moins rapide et plus séquencé. Enfin, nous avons pu constater que l'implantation spatiale s'est faite simultanément via la constitution et le développement de petits groupes distincts. La méthode de datation par événements, reliés entre eux par des relations stratigraphiques et regroupés en phases, s'est montrée tout à fait adaptée pour répondre aux interrogations initiales. On peut donc conclure par quelques mots relatifs aux statistiques bayésiennes.

La question des méthodes de datations fait partie des discussions courantes et redondantes en archéologie. Des méthodes très différentes se côtoient, interagissent les unes avec les autres, communiquent, se contredisent régulièrement. Les statistiques bayésiennes permettent de toutes les synthétiser, chacune avec ses forces et ses faiblesses. Le logiciel ChronoModel permet de tenir compte des datations typo-chronologiques (le mobilier), radiocarbone, stratigraphiques, ponctuelles (date de frappe d'une monnaie), mais également d'autres, non utilisée ici, comme l'archéomagnétisme, la thermoluminescence etc.

La combinaison des différentes méthodes montre que l'utilisation, pourtant courante par défaut, d'une seule méthode de datation (le mobilier, par exemple) est insuffisante. C'est dans la multiplication et la combinaison des dates, des méthodes et des données disponibles que l'on peut maximiser la qualité de l'information chronologique et son degré de confiance.

On ne peut donc, au regard des résultats obtenus, qu'inciter à l'utilisation des statistiques bayésiennes sur une série archéologique, dès que l'échantillon le permet.

Résulte de cette confrontation de méthodes une dialectique : la typo-chronologie (au sens large) se confronte au radiocarbone, à la stratigraphie, à la numismatique et s'adapte en conséquence. Cette dialectique permet de faire communiquer avec profit des spécialités et des méthodologies parfois encore trop hermétiques les unes envers les autres.

BIBLIOGRAPHIE

BRULET 1990

Brulet R. - *La Gaule septentrionale au Bas-Empire : occupation du sol et défense du territoire dans l'arrière-pays du limes aux IV^e et V^e siècles. Nordgallien in der Spätantike*, Trierer Zeitschrift n° 11, Selbstverl. des Rheinischen Landesmuseums, Trier, 431 p.

DESACHY 2008

Desachy B. - *De la formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain*, Thèse de Doctorat. Université de Paris 1 Panthéon – Sorbonne, Paris, 193 p.

FILIPIAK 2013

Filipiak B. - *Canalisation de transport de gaz dite "Arc de Dierrey", Gélannes, Saint Hilaire sous Romilly, Crancey, Barbuise, Plessis-Barbuise, Villenauxe-la-Grande*, Rapport de diagnostic archéologique, Rapport Final d'Opération, Inrap, 238 p.

HARRIS 1979

Harris E. C. - *Principles of archaeological stratigraphy* (Studies in archaeological science/gen. ed. G.W. Dimbleby), Academic Press, London.

LANOS et DUFRESNE 2019a

Lanos P. et Dufresne P. - Chronomodel version 2.0: Software for

Chronological Modelling of Archaeological Data using Bayesian Statistics Available at <https://chronomodel.com/>.

LANOS et DUFRESNE 2019b

Lanos P. et Dufresne P. - *ChronoModel version 2.0 : User Manual*, 84 p.

LANOS et PHILIPPE 2017

Lanos P. et Philippe A. - Hierarchical Bayesian modeling for combining dates in archeological contexte, *Journal de la Société Française de Statistique*, 158, 2 : 7288.

LANOS et PHILIPPE 2018

Lanos P. et Philippe A. - Event date model: a robust Bayesian tool for chronology building, *Communications for Statistical Applications and Methods*, Korean Statistical Society (KSS)/Korean International Statistical Society (KISS), 25, 2 : 131157.

MAESTRACCI et SANSON 2017

Maestracci J. et Sanson L. - *Le passage de la canalisation de gaz à travers une nécropole de l'Antiquité tardive et du haut Moyen-Âge, Grand-Est, Villenauxe-la-Grande*, Rapport Final d'Opération, Inrap, 581 p.