



HAL
open science

**Apport de la modélisation tridimensionnelle à la
compréhension du fonctionnement des sépultures
multiples : l'exemple du secteur central de la catacombe
des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, Italie) (Ier-milieu
IIIe s. ap. J.-C.)**

Géraldine Sachau-Carcel

► **To cite this version:**

Géraldine Sachau-Carcel. Apport de la modélisation tridimensionnelle à la compréhension du fonctionnement des sépultures multiples : l'exemple du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, Italie) (Ier-milieu IIIe s. ap. J.-C.). Archéologie et Préhistoire. Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 2012. Français. NNT : . tel-00874513

HAL Id: tel-00874513

<https://theses.hal.science/tel-00874513>

Submitted on 18 Oct 2013

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.

Université Michel de Montaigne Bordeaux 3

École Doctorale Montaigne Humanités (ED 480)

THÈSE DE DOCTORAT EN « Histoire ancienne »

**Apport de la modélisation
tridimensionnelle à la compréhension du
fonctionnement des sépultures multiples.**

*L'exemple du secteur central de la catacombe des
Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, Italie).*

(I^{er}-milieu III^e s. ap. J.-C.)

Présentée et soutenue publiquement le 12 Octobre 2012 par

Géraldine Sachau-Carcel

Sous la direction de Robert Vergnien et la codirection de Dominique Castex

Membres du jury

Robert Vergnien, Ingénieur de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 3.

Dominique Castex, Directrice de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Hélène Coqueugnot, Chargée de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Henri Duday, Directeur de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Philippe Fleury, Professeur, Université de Caen, Basse-Normandie.

Raffaella Giuliani, Ispettore delle Catacombe di Roma, Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, Città del Vaticano.

Université Michel de Montaigne Bordeaux 3

École Doctorale Montaigne Humanités(ED 480)

THÈSE DE DOCTORAT EN « Histoire ancienne »

**Apport de la modélisation
tridimensionnelle à la compréhension du
fonctionnement des sépultures multiples.**

*L'exemple du secteur central de la catacombe des
Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, Italie).*

(I^{er}-milieu III^e s. ap. J.-C.)

Présentée et soutenue publiquement le 12 Octobre 2012 par

Géraldine Sachau-Carcel

Sous la direction de Robert Vergnienx et la codirection de Dominique Castex

Membres du jury

Robert Vergnienx, Ingénieur de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 3.

Dominique Castex, Directrice de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Hélène Coqueugniot, Chargée de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Henri Duday, Directeur de recherche, CNRS, Université de Bordeaux 1.

Philippe Fleury, Professeur, Université de Caen, Basse-Normandie.

Raffaella Giuliani, Ispettore delle Catacombe di Roma, Pontificia Commissione di

Archeologia Sacra, Città del Vaticano.

Remerciements

Je tiens, en premier lieu, à remercier l'ensemble des membres du jury pour l'intérêt qu'ils témoignent à ce travail de recherche en acceptant de l'évaluer.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance à Robert Vergnieux pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour nos échanges qui m'ont permis d'appréhender la diversité des réflexions menées autour des modèles numériques et de remettre en perspective mon approche de ces modèles.

Merci à Dominique Castex pour avoir accepté de codiriger ce travail et pour nos discussions riches et productives sur les sépultures multiples, votre éclairage sur ces sépultures complexes a été aussi passionnant que profitable. Je souhaite également vous faire part de toute ma reconnaissance pour le soutien que vous avez pu m'apporter durant ces années en me permettant de participer à divers colloques et missions et je remercie à travers vous la Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine qui a contribué financièrement à la réalisation de ces projets.

Leurs investissements, leurs encouragements et leurs critiques m'ont permis de finaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Je souhaite également remercier Henri Duday pour avoir orienté mes premières recherches par ses réflexions précises, merci également pour avoir accepté de rapporter ce travail.

Je tiens à remercier Philippe Fleury, pour l'ensemble des échanges passionnants que nous avons pu avoir sur la restitution de la Rome antique et de m'avoir invitée à participer au colloque Virtualia à Caen ; ces manifestations sont toujours des lieux de rencontres et d'échanges productifs. Merci également de vous être fait le rapporteur de ce travail.

Les conseils avisés en matière de représentation, d'utilisation des images tridimensionnelles, prodigués par Hélène Coqueugniot m'ont été particulièrement bénéfiques et je la remercie d'être membre de ce jury.

Je tiens également à remercier Raffaella Giuliani, pour m'avoir permis de mener ce travail de recherche sur le secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin et de prendre part à ce jury. Merci également pour toutes les données fournies et cette visite privilégiée des catacombes.

Je tiens à remercier Bruno Maureille pour son accueil au sein du laboratoire et pour avoir accepté cette codirection interdisciplinaire. J'en profite également pour remercier mes deux laboratoires d'accueil, Ausonius et PACEA, A3P, la diversité des rencontres réalisées dans leur couloir ont beaucoup enrichi mes réflexions.

Merci aux membres de la plate-forme 3D, Caroline, Pascal, Loïc, Elric, Medhi et Bruno pour leur accueil chaleureux, leur expertise et pour l'acquisition du vocabulaire technique. Les journées passées à modéliser à la plate-forme ont été enrichies de leur présence.

Une grande partie de ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien et les conseils précieux d'Hélène Réveillat et Sacha Kacki, je vous remercie pour toutes les discussions fructueuses et les débats que nous avons pu avoir sur la restitution des individus, merci d'avoir pris le temps de me relire. Merci plus particulièrement à Philippe Blanchard pour ces nombreux éclairages sur le fonctionnement de la fouille et sur ces réflexions concernant la stratigraphie.

Je remercie mes relecteurs de tous les instants pour votre patience et vos encouragements, Marie-Julie, Gérard et Cécile, et tout particulièrement Carole dont l'investissement n'a pas eu d'égal.

Je remercie également toutes les personnes qui rencontrées au hasard de mon cursus universitaire ou des différents chantiers ont renouvelé mon intérêt pour nos disciplines, le chantier de Bruch fait partie de ceux-là, les nombreux échanges m'ont permis de voir mes travaux sous un nouvel angle, et je remercie à ce titre Isabelle Cartron pour son intérêt et son écoute.

Merci à Mathieu, Anthony, Mickaël et Mélanie pour nos discussions, leur présence et leur investissement lors de nos rencontres bordelaises ou sous d'autres latitudes.

Merci également à Jean-Marie pour son soutien et sa patience, dans les moments où je ne voyais que des coordonnées et des maillages.

Pour finir, cette thèse n'aurait pu voir le jour sans le soutien indéfectible de mes parents.

Résumé

Mots-clés : Rome, catacombe, sépultures multiples, modélisation tridimensionnelle.

Résumé : Cette thèse se propose de mettre au point, grâce aux nouveaux outils informatiques, une méthode d'étude originale de l'espace funéraire en offrant une restitution tridimensionnelle de la sépulture, de l'architecture aux sujets. La découverte en 2003, d'un secteur de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcelin (Rome, Italie), encore inexploré et original dans son organisation, a initié ce travail. Plusieurs tombes, datées des I^{er}-III^e s. ap. J.-C, accueillent une succession de dépôts d'un grand nombre d'inhumés. La complexité des ensembles funéraires de ce secteur a nécessité le recours à de nouvelles formes de représentation pour l'analyse. L'objectif de cette thèse est d'établir un protocole de modélisation des sépultures multiples adapté à la stratification complexe des dépôts. Nos recherches ont porté, dans un premier temps sur l'élaboration et le test d'un processus de modélisation adaptés aux deux tombes étudiées et dans un second temps sur l'analyse des temps chronologiques et de la gestion des dépôts. Nos recherches ont abouti à la mise au point d'une méthodologie d'acquisition et de restitution de l'ensemble des vestiges osseux, de l'appareil funéraire et de l'espace funéraire. La modélisation 3D a permis par la visualisation tridimensionnelle une étude fine individuelle, une analyse des relations entre les différents sujets et de l'évolution taphonomique des dépôts confirmant la simultanéité des dépôts au sein des niveaux et entre les niveaux en rapport avec une crise de mortalité.

L'application d'un protocole d'enregistrement puis de restitutions sur cette catacombe pourra contribuer à l'élaboration d'une méthode pour l'approche des sépultures plurielles.

Keywords : Rome, catacomb, multiple burials, three-dimensional modeling.

Abstract: The aim of this thesis is to perform, with the help of new informatics tools, an original study method of funerary space and offers a tridimensional modelling of burial from architecture to individuals. This work was initiated by the discovery in 2003 of Saint Peter and Marcellinus catacombs parts, unexplored and original in its organization. Several tomb's, dated of Ist-III s A.D, received many buried. The tomb set's complexity of central sector's catacombs was which needs a new type of representation for analysis.

The thesis goal is to establish a modelling process for several burials, adapt with deposit complex stratification. At first, our study was about the conception and the test of a modelling protocol adapted to the two study tombs, and after, to analyze chronological times and deposit management.

Our research has result to acquisition and restitution process development of all human remains, funerary device and funerary space. The 3D modelling permits by the 3D visualization, an advanced study, an analyses of relations between different individuals and taphonomic evolution of deposit which confirmed the simultaneous deposit into levels and between levels linked to death's crisis.

The application of a record protocol then restitution on these catacombs must contribute to a conception method for the approach of plural burials.

Tables des matières

<i>Remerciements</i>	5
<i>Résumé</i>	9
<i>Introduction</i>	- 19 -
<i>Première partie : Les ensembles funéraires romains des premiers siècles ; le cas des sépultures plurielles</i>	- 33 -
<i>I. Diversité des ensembles funéraires à l'époque romaine</i>	- 35 -
I.1. Les espaces funéraires romains aux premiers siècles de notre ère : l'avènement des catacombes	- 35 -
I.1.1. Les pratiques funéraires à Rome, I ^{er} -IV ^e s. ap .J.-C.....	- 35 -
I.1.1.1. Rome et ses morts.....	- 35 -
I.1.1.2. Incinération ou inhumations, quels rites pour quelle époque ?.....	- 39 -
I.1.2. « <i>La Rome souterraine</i> ».....	- 41 -
I.1.2.1. Les catacombes : définition.....	- 41 -
I.1.2.2. Genèse et développement des catacombes.....	- 43 -
I.2. La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin	- 47 -
I.2.1. Genèse et organisation de la catacombe.....	- 47 -
I.2.1.1. Localisation et installation en surface.....	- 47 -
I.2.1.2. Origine et développement.....	- 49 -
I.2.2. Le secteur central de la catacombe.....	- 53 -
I.2.2.1. Localisation, organisation et historique des recherches.....	- 53 -
I.2.2.2. Premiers résultats.....	- 57 -
I.3. Les sépultures plurielles : le cas des sépultures multiples	- 67 -
I.3.1. Les sépultures plurielles : multiple ou collective ?.....	- 67 -
I.3.1.1. Les sépultures collectives.....	- 67 -
I.3.1.2. Les sépultures multiples.....	- 69 -
I.3.2. Une sépulture multiple : une réponse à un besoin ?.....	- 71 -
I.3.2.1. Des sépultures de catastrophe ? Définition et reconnaissance.....	- 71 -
I.3.2.2. Faire face aux crises de mortalité.....	- 73 -

I.4. Méthodologie d'étude des sépultures multiples.....	75 -
I.4.1. Problématiques et étude des sépultures multiples	75 -
I.4.1.1. Simultané ou non ?	75 -
I.4.1.2. Une sépulture multiple pour quelle crise ?	79 -
I.4.2. La représentation au cœur de la stratégie de fouille et d'étude	81 -
I.4.2.1. Les cas d'Issoudun et du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin- 81	-
I.4.2.2. Bilan sur les différents types de représentation des sépultures multiples :	87 -

Deuxième partie : Modèle scientifique, modélisation tridimensionnelle, quels enjeux ? - 93 -

II. La modélisation 3D concept et application - 95 -

II.1. Les techniques d'acquisition et de modélisation : état de l'art	95 -
II.1.1. Les concepts du numérique	97 -
II.1.1.1. Les processus de création d'une scène numérique.....	97 -
II.1.1.2. La restitution.....	99 -
II.1.2. Les techniques de création de scène numérique tridimensionnelle en archéologie et en anthropologie.....	101 -
II.1.2.1. Les laser-scan	101 -
II.1.2.2. La photogrammétrie.....	105 -
II.1.2.3. La modélisation	107 -
II.1.2.4. Les techniques issues de l'imagerie médicale.....	107 -
II.2. Modélisation du secteur central : données et principe	111 -
II.2.1. Les données sur la catacombe	111 -
II.2.1.1. Les relevés	111 -
II.2.1.2. Apport de la documentation complémentaire	113 -
II.2.1.3. La conservation des squelettes.....	115 -
II.2.2. Sélection des tombes de la catacombe à modéliser	117 -
II.2.2.1. Choix des ensembles à modéliser	117 -
II.2.2.2. Modélisation de l'espace funéraire à l'aide de la photogrammétrie multi-images	121 -
II.2.2.3. Interaction individu/espace funéraire.....	125 -
II.3. Méthodologie mise en place pour la modélisation de la tombe 18 et de la tombe 16- 129	129 -
II.3.1. Expérimentation sur la T18.....	129 -
II.3.1.1. Acquisition des coordonnées	129 -
II.3.1.2. Choix des objets de modélisation	137 -

II.3.1.3.	De la 2D à la 3D : du squelette relevé au corps en volume	145 -
II.3.1.4.	Choix de la représentation : code colorimétrique	159 -
II.3.1.5.	Extension à la T16	165 -
II.3.2.	Modélisation du squelette à l'individu	167 -
II.3.2.1.	Contenu des scènes 3D des tombes 16 et 18.....	167 -
II.3.2.2.	Les limites de la constitution des scènes 3D.....	171 -

Troisième partie : Analyse des sépultures multiples à l'aide du modèle numérique scientifique..... - 181 -I

III. Analyse archéo-anthropologique..... - 183 -

III.1. Du modèle scientifique tridimensionnel à l'analyse- 183 -

III.1.1.	Analyse de la tombe 18 X82.....	183 -
III.1.1.1.	Étude de la gestion des dépôts, de l'individu au niveau	183 -
III.1.1.2.	Étude de la répartition des sujets immatures.....	223 -
III.1.1.3.	Étude de la répartition des sujets masculins et féminins.....	229 -
III.1.2.	Gestion de la tombe 18.....	233 -
III.1.2.1.	Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité	233 -
III.1.2.2.	Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et ruptures	239 -
III.1.2.3.	Les espaces de circulation.....	257 -
III.1.1.	Analyse de la tombe 16 X 80.....	261 -
III.1.1.1.	Étude de la gestion des dépôts de l'individu au niveau	261 -
III.1.1.2.	Étude de la répartition des sujets immatures.....	339 -
III.1.1.3.	Étude de la répartition des sujets masculins et féminins.....	345 -
III.1.2.	Gestion de la tombe 16.....	347 -
III.1.2.1.	Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité	347 -
III.1.2.2.	Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et rupture.....	353 -
III.1.2.3.	Les espaces de circulation.....	367 -

III.2. Comparaison des tombes 18 et 16 : similitudes et divergences- 373 -

III.2.1.	La gestion des corps (crises de mortalités successives).....	373 -
III.2.1.1.	Dépôts en fonction de l'âge et du sexe : les sujets immatures, féminins et masculins ..	373 -
III.2.1.2.	L'appareil funéraire : conservation, localisation.....	377 -
III.2.1.3.	Positions des corps.....	381 -
III.2.2.	Des indices de simultanéité	383 -
III.2.2.1.	Simultanéité entre les individus	383 -
III.2.2.2.	Simultanéité entre les dépôts	385 -
III.2.2.1.	Sépultures multiples et/ou collectives.....	387 -

III.2.3.	Apports de la visualisation des scènes 3D à l'analyse.....	- 389 -
III.2.3.1.	L'analyse des temps chronologiques	- 389 -
III.2.3.2.	Apports pour l'analyse de la composition de la tombe	- 391 -
III.2.3.3.	Bilan et perspectives d'études pour les tombes 16 et 18.....	- 395 -

Quatrième partie : Recommandations quant à l'utilisation des modèles numériques pour l'étude des sépultures plurielles..... - 405 -

IV. Modélisation tridimensionnelle des sépultures multiples : état de la question.. - 407 -

IV.1. Modéliser : pourquoi et à partir de quoi.....- 407 -

IV.1.1.	Les enjeux de la modélisation tridimensionnelle.....	- 407 -
IV.1.1.1.	Les problématiques liées à la modélisation	- 407 -
IV.1.1.2.	Les sépultures multiples non encore fouillées	- 409 -
IV.1.1.3.	Les sépultures multiples fouillées.....	- 413 -

IV.2. L'acquisition des données.....- 415 -

IV.2.1.	Le recueil des informations nécessaire à la modélisation 3D	- 415 -
IV.2.1.1.	Les informations indispensables à la modélisation.....	- 415 -
IV.2.1.2.	Les informations relatives à l'ensemble funéraire	- 419 -
IV.2.1.3.	Les informations techniques : coordonnées X, Y, Z.....	- 421 -
IV.2.1.4.	Les informations visuelles : photographie numérique	- 425 -
IV.2.1.5.	Les informations analytiques : minutes de terrain, relevé d'unité stratigraphique.....	- 427 -
IV.2.1.6.	Les informations archéologiques : la stratigraphie	- 429 -

IV.3. Acquisition des données sur le terrain- 431 -

IV.3.1.	Acquisition directe des coordonnées	- 431 -
IV.3.1.1.	La fiabilité de la modélisation tridimensionnelle.....	- 431 -
IV.3.1.2.	Apports sur le terrain	- 435 -
IV.3.1.3.	Apports pour l'analyse.....	- 439 -
IV.3.2.	Les perspectives d'études	- 441 -
IV.3.2.1.	La constitution d'une bibliothèque de référence.....	- 441 -
IV.3.2.2.	La constitution d'une bibliothèque de référence de sites	- 447 -
IV.3.2.3.	Apports de la modélisation tridimensionnelle : le cas des sépultures collectives	- 447 -

Conclusions et perspectives..... - 455 -

<i>Bibliographie</i>	- 463 -
<i>Annexes</i>	- 473 -
<i>Liste des figures</i>	- 489 -
<i>Liste des Annexes</i>	- 505 -

Introduction

L'utilisation des outils numériques en archéologie et en anthropologie n'est pas nouvelle. Ces vingt dernières années, leur développement et leur essor, ont enrichi les méthodes de travail, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire, en proposant de nouveaux moyens de recherche¹. Toutefois, l'utilisation de ces outils informatiques entraîne la mise en place d'une logistique importante, notamment pour la gestion des documents de fouille, mais permet, dans bien des cas, un gain de temps et une amélioration des échanges entre les acteurs de la fouille grâce à la dématérialisation des données, ce qui permet également d'en assurer la pérennisation et la reproductibilité.

Néanmoins, il est important de souligner que ces outils, notamment les logiciels, ne sont pas élaborés et créés tant pour l'archéologie que pour l'anthropologie. Qu'il s'agisse de dessin vectoriel, de bases de données ou statistiques entre autres, ils sont en premier lieu destinés à d'autres secteurs d'activités. En effet, les avancées technologiques ont permis de développer des logiciels plus efficaces et plus pertinents avec des interfaces plus ergonomiques mais leur utilisation est détournée pour nos disciplines, ce qui complexifie la prise en main de ces outils et limitent donc leur emploi. Nos disciplines sont de surcroits tributaires du développement des outils, selon les besoins de ces autres secteurs d'activités. L'interdisciplinarité a permis à certains chercheurs de développer des applications ou des logiciels en rapport avec leur thématique de recherche et en réponse à leurs besoins ; c'est ce qui est également en cours de développement au sein de l'ANR *chronomodel*² ou encore au sein du projet européen *V-Must*. L'appropriation de ces outils informatiques fournit des champs d'applications multiples et diversifiés et ouvrant sur de nouvelles perspectives de recherche. Il est malgré tout indispensable de conserver un regard critique sur l'usage de ces outils et sur les productions issues de ces derniers, notamment les images numériques. En effet, c'est une nouvelle forme de représentation et de visualisation, des sites archéologiques et des gisements anthropologiques, qui a pu être proposée par l'exploitation de ces programmes, avec notamment l'avènement des images tridimensionnelle. Il demeure essentiel de maîtriser la chaîne de production de ces images afin de leur conserver toute leur valeur.

¹ Les différents colloques tels que *Archeovirtual*, *Virtual Retrospect*, *Arch-I-Tech*, *Virtualia* en sont autant de manifestations.

² Modélisation chronologique et développement de logiciel pour le traitement des données de datation en archéométrie, archéologie et sciences de la terre, projet commun à trois laboratoires (Rennes, Nantes, Bordeaux 3).

Les premiers travaux français utilisant de nouveaux outils informatiques, notamment les logiciels de modélisation tridimensionnelle, ont été menés par Robert Vergnieux³ sur le site de Thèbes en 1985.

La modélisation 3D ouvre à de nouvelles thématiques de recherche et nous allons maintenant voir l'intérêt scientifique de l'adoption d'une telle démarche et les résultats obtenus.

Les projets utilisant la modélisation tridimensionnelle sont désormais nombreux autant dans le domaine archéologique qu'anthropologique. Le sujet de recherche n'est pas modifié par l'emploi de ces nouvelles techniques de représentation : le site archéologique, l'os sont toujours au cœur de la problématique, par contre les réflexions qui accompagnent leur étude sont renouvelées. La modélisation tridimensionnelle, par ses caractéristiques intrinsèques, améliore la perception des vestiges, quelle que soit leur nature, en permettant leur examen sous une infinité de points de vue. Plusieurs grands projets ont émergé en archéologie notamment Rome Reborn, axé sur la restitution de la Rome antique au IV^e siècle ap. J.-C. Ce projet, initié par Bernard Frischer⁴ de l'Université de Virginie, est développé en collaboration avec plusieurs chercheurs issus de différentes universités telles que Caen et Bordeaux en France, l'école française de Rome qui travaillent à partir des informations archéologiques recueillies ou sur d'après les monuments encore visibles aujourd'hui à la modélisation des différents lieux de vie publique ou politique.

Il est essentiel de comprendre et maîtriser la documentation utilisée pour l'élaboration du modèle numérique, car c'est de leur fiabilité que dépend la validité des modèles. Les outils informatiques ne se substituent donc pas au travail de recherche, ils constituent une aide à la réflexion et peuvent simplifier et dynamiser les différentes actions liées à la recherche mais leur utilisation doit rester consciente et réfléchie. La validité des représentations produites par les modèles tridimensionnelles est discutée et ce quelle que soit les thématiques ou les ères chronologiques choisies avec la question de la production de « juste une image ou d'une image juste » (Sapin 1994 : 53). De même, l'intégration de ces images numériques, des modèles tridimensionnels, parmi les autres données, de nature, de provenance et de format différents suscite de nombreuses interrogations quant à leur traitement. L'analyse est-elle aussi pertinente si elle se fonde sur des représentations numériques 3D que sur des photographies ou des plans de fouille ? Les divers retours d'expérience exposés dans les actes des colloques Virtual Retrospect montrent que l'utilisation des modélisations tridimensionnelles et les productions qui en sont issues sont un outil au service du chercheur et non l'inverse.

³ Ingénieur de Recherche, directeur de la plate-forme technologique 3D, UPS SHS 3D 3551 CNRS, Bordeaux.

⁴ Directeur Rome Reborn, Virtual World Heritage Laboratory, Virginia, USA.

L'utilisation de ces outils informatiques est pour l'instant axée sur l'étude de site archéologique exempt de sépultures ou de monuments funéraires.

La modélisation tridimensionnelle n'est pas pour autant exclue du domaine anthropologique mais son utilisation est différente de l'archéologie car elle ne s'intéresse pour l'instant qu'aux vestiges osseux et non à l'ensemble des vestiges en rapport avec les ossements. L'utilisation de modèles numériques 3D dans le domaine de l'anthropologie est peu répandue. Toutefois, les premiers travaux consistent en le scan de momie égyptienne afin de comprendre les pratiques funéraires spécifiques à cet ère chrono-culturelle. L'archéologie et l'anthropologie ont bénéficié de ces travaux mais aucune recherche conjointe n'a été menée pour proposer une restitution complète des gestes funéraires, du dépôt et son intégration dans l'espace funéraire parmi d'autres sépultures (Ordureau, Lecuyot 2008 : 39). Dans le cadre de l'anthropologie biologique, la modélisation tridimensionnelle porte bien souvent sur un os présentant une pathologie particulière, ou un ensemble de vestiges osseux, dont la rareté ou la fragilité, tels que les os des premiers hominidés, nécessitent d'en effectuer une sauvegarde avant toute étude. Dans le cas des ossements modélisés pour l'analyse d'une pathologie, le modèle ainsi créé sert de support à l'étude de cas. En effet, le modèle 3D d'un ossement permet d'appréhender la structure osseuse qui est conservée, celle qui ne l'est pas, sa densité, son organisation ; la surface de l'os et les altérations subites par celui-ci. Les possibilités offertes par la restitution 3D sont nombreuses car elles permettent de travailler autant sur la structure interne que sur la surface externe de l'os (Coqueugniot *et al.* 2010 : 177-180).

Jusqu'à présent la restitution des ensembles funéraires a concerné l'un ou l'autre de ses composants, c'est-à-dire l'architecture ou les vestiges osseux. La modélisation tridimensionnelle n'a pas, pour l'instant, été utilisée pour restituer l'image originelle d'une sépulture, du défunt, au centre du discours anthropologique, à l'architecture au sein de laquelle il repose. Les problématiques ayant trait à l'étude des sépultures individuelles (contenant un seul sujet) ou plurielles (contenant plusieurs sujets) reposent sur les mêmes questionnements : l'identité biologique du(des) sujet(s), les pratiques funéraires dont il(s) a(ont) pu faire l'objet, observées à travers l'étude de l'évolution taphonomique des dépôts, de l'architecture, le mobilier, le(s) sujet(s) en lui(eux)-même(s). Le recours à la restitution tridimensionnelle pour l'étude des sépultures peut apporter de nouveaux axes de recherche par sa visualisation quasi sans limites en fonction des niveaux de détail définis, le test d'hypothèses et la restitution d'états aujourd'hui disparus. A l'heure actuelle, les études s'effectuent à partir de documents bidimensionnels (numériques ou non) peu adaptées à l'appréciation des altitudes, des relations entre le cadavre et les différents objets annexes, ou encore entre plusieurs individus.

Dans le cas des tombes plurielles, contenant plusieurs morts, l'analyse des relations entre les individus est primordiale pour caractériser l'espace funéraire, c'est-à-dire pour déterminer s'il s'agit d'une sépulture multiple (l'ensemble des corps ont été déposés simultanément) où d'une sépulture collective (les corps ont été déposés dans des temps distincts).

La restitution tridimensionnelle de ce type de sépultures ouvre donc sur de nouvelles perspectives d'étude par la restitution de l'image originelle de la tombe, c'est dans cette démarche que s'inscrit notre thèse, avec la modélisation de deux sépultures plurielles de la catacombe romaine des Saints Pierre-et-Marcellin.

Notre travail s'inclut dans le prolongement des différents travaux menés sur la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin à Rome, qui visent à comprendre et identifier la ou les crises de mortalité qui ont amenées à inhumér des milliers d'individus.

La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin est située au sud-est de Rome et datée pour son secteur central découverte en 2003 des I^{er}-III^e s. ap. J.-C. Le secteur central est original dans son organisation et sa composition, en raison du grand nombre d'individus inhumés dans plusieurs salles. La fouille et l'étude ont été confiées, par la Commission Pontificale d'Archéologie Sacrée, à D. Castex⁵. Plusieurs campagnes, entre 2005 et 2010 ont ensuite été menées sous la direction conjointe de D. Castex et Ph. Blanchard⁶. Les caractéristiques du site, en souterrain, en milieu humide, et le nombre important d'individus découverts, a nécessité l'adaptation des techniques d'excavation, d'enregistrement dans un contexte de fouille préventive, préalable à la sécurisation du secteur.

Dans le cadre de cette recherche, nous nous intéresserons plus particulièrement à deux tombes, individualisées et fouillées exhaustivement. Ces deux ensembles contiennent approximativement 80 individus chacune, bien loin des 3000 recensés pour l'ensemble du secteur central. De plus, pour chacune de ces tombes, la chronologie d'utilisation a pu être définie, entre le milieu du I^{er} et le III^es. ap. J.-C. Le grand nombre d'individus inhumés au sein de plusieurs cavités amènent à supposer l'existence d'une ou plusieurs crises de mortalité aux premiers siècles de notre ère.

La plupart des sujets inhumés possèdent un appareil funéraire individuel, riche, composé de plâtre, de tissu, de paillettes d'ambre, de résine et de fils d'or. La conservation de ces vestiges, est particulièrement mauvaise au sein des deux espaces funéraires.

⁵Directrice de recherche, CNRS, UMR 5199 PACEA, A3P.

⁶Ingénieur de recherche, INRAP, Tours.

L'étude biologique réalisée a permis de caractériser la population inhumée en déterminant l'âge des sujets, le sexe, les pathologies. La nature de la crise de mortalité n'a pour l'instant pas été identifiée du fait, en grande partie, à l'indigence des vestiges osseux.

L'élaboration d'un modèle numérique 3D pour l'étude de ces deux tombes vise à aider à la caractérisation des ensembles fouillés, c'est-à-dire confirmer qu'il s'agit bien de sépultures multiples et, comprendre la gestion des corps effectuée à l'époque antique lors d'une crise de mortalité.

La méthodologie mise en place pour la modélisation s'appuie donc sur la fouille récente de deux sépultures. L'application à deux tombes différentes permet également de tester et d'adapter, le cas échéant, la méthodologie en fonction des caractéristiques de l'espace funéraire, de la conservation des vestiges mais également selon les données archéologiques recueillies. Il était nécessaire de pouvoir s'appuyer sur des données archéologiques récentes et de qualité.

Les stratégies de fouille et d'acquisition des données adaptées aux conditions spécifiques (souterrain, humidité, éclairage entre autres éléments) n'ont pas permis de disposer de l'ensemble des outils conventionnellement utilisés tels que les théodolites et niveau de chantier pour les relevés de position et d'altitude mais un ensemble de relevés et de documents complémentaires (photographies, observations) permettent de restituer l'ensemble des individus.

La représentation bidimensionnelle des individus limite les interprétations possibles, l'appréciation des altitudes et des relations entre individus étant particulièrement difficile au vu du grand nombre d'individus à étudier.

L'utilisation d'un modèle numérique 3D pourrait faciliter, dans ce contexte, l'analyse fine des temps chronologiques au sein des dépôts qui se concrétise par l'étude de la position de chaque individu et des relations entre les individus, par la visualisation des superpositions, des imbrications qui sont autant d'éléments permettant de discuter de la simultanéité des dépôts. L'élaboration d'un modèle numérique vise à faciliter autant l'analyse que la discussion entre les chercheurs en proposant une restitution de l'image originelle de la tombe, à un instant chronologique défini et accessible en trois dimensions.

L'originalité de notre démarche réside donc dans l'utilisation de la modélisation tridimensionnelle en amenant une nouvelle forme de visualisation pour l'étude de deux sépultures multiples, des vestiges osseux à l'espace funéraire.

Notre travail s'organise selon quatre grands points. Dans un premier temps, il nous a semblé primordial de situer le contexte historique et archéologique de la catacombe, tout en cherchant à caractériser le secteur particulier où ont été découvertes les sépultures multiples modélisées. Nous développerons, dans un deuxième temps, les différentes étapes de la méthodologie élaborées pour la première tombe puis appliquées et adaptées à la seconde.

L'analyse des deux sépultures à l'aide de la modélisation tridimensionnelle et les différents résultats obtenus sont traités dans un troisième temps. Nous aborderons également au cours de celui-ci les caractéristiques communes et divergentes des deux tombes tant dans la chronologie que dans l'organisation et la gestion des dépôts.

Nous traiterons en synthèse l'apport et les limites de l'utilisation d'un modèle numérique dans l'étude et la caractérisation des sépultures multiples. Enfin, nous proposerons dans une quatrième partie, un ensemble de recommandations sur les informations à recueillir pour la modélisation, qu'il s'agisse d'ensemble funéraire fouillé, en cours de fouille, ou en projet, et nous verrons de quelle manière la méthode mise au point peut également être adaptée pour l'étude d'autres types de sépultures plurielles, telles que les sépultures collectives.

Première partie : Les ensembles funéraires romains des premiers siècles ; le cas des sépultures plurielles..... - 33 -

I. Diversité des ensembles funéraires à l'époque romaine..... - 35 -

I.1. Les espaces funéraires romains aux premiers siècles de notre ère : l'avènement des catacombes..... - 35 -

I.1.1. Les pratiques funéraires à Rome, I^{er}-IV^e s. ap .J.-C..... - 35 -

I.1.1.1. Rome et ses morts..... - 35 -

I.1.1.2. Incinération ou inhumations, quels rites pour quelle époque ?..... - 39 -

I.1.2. « *La Rome souterraine* » - 41 -

I.1.2.1. Les catacombes : définition - 41 -

I.1.2.2. Genèse et développement des catacombes - 43 -

I.2. La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin..... - 47 -

I.2.1. Genèse et organisation de la catacombe..... - 47 -

I.2.1.1. Localisation et installation en surface..... - 47 -

I.2.1.2. Origine et développement..... - 49 -

I.2.2. Le secteur central de la catacombe - 53 -

I.2.2.1. Localisation, organisation et historique des recherches - 53 -

I.2.2.2. Premiers résultats..... - 57 -

I.3. Les sépultures plurielles : le cas des sépultures multiples..... - 67 -

I.3.1. Les sépultures plurielles : multiple ou collective ?..... - 67 -

I.3.1.1. Les sépultures collectives - 67 -

I.3.1.2. Les sépultures multiples - 69 -

I.3.2. Une sépulture multiple : une réponse à un besoin ? - 71 -

I.3.2.1. Des sépultures de catastrophe ? Définition et reconnaissance - 71 -

I.3.2.2. Faire face aux crises de mortalité..... - 73 -

I.4. Méthodologie d'étude des sépultures multiples..... - 75 -

I.4.1. Problématiques et étude des sépultures multiples - 75 -

I.4.1.1. Simultané ou non ? - 75 -

I.4.1.2. Une sépulture multiple pour quelle crise ? - 79 -

I.4.2. La représentation au cœur de la stratégie de fouille et d'étude - 81 -

I.4.2.1. Les cas d'Issoudun et du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin- 81

-

I.4.2.2. Bilan sur les différents types de représentation des sépultures multiples : - 87 -

Première partie : Les ensembles funéraires romains des premiers siècles ; le cas des sépultures plurielles

I. Diversité des ensembles funéraires à l'époque romaine

I.1. Les espaces funéraires romains aux premiers siècles de notre ère : l'avènement des catacombes

I.1.1. Les pratiques funéraires à Rome, I^{er}-IV^e s. ap .J.-C.

Intituler un chapitre « La diversité des ensembles funéraires à l'époque romaine » est la promesse de s'atteler à un travail ardu et complexe. Essayer de dresser un inventaire ou chercher à caractériser les ensembles funéraires de Rome est une tâche ô combien intéressante mais un exercice long, difficile, qui constitue une thèse à part entière et ce n'est pas l'objectif de ce travail. Pour notre part, nous nous intéresserons plus particulièrement à ce qui a entraîné la création d'ensembles funéraires souterrains tels que les catacombes durant le II^e s. ap. J.-C., pour les plus anciennes attestées.

I.1.1.1. Rome et ses morts

Il est tout d'abord essentiel de rappeler qu'à partir du V^e s. av. J.-C., la loi des XII tables oblige la population de la ville de Rome à ensevelir ses morts à l'extérieur d'une limite sacrée et physique : le *pomerium* (Cicéron, De leg, II, 5).



Figure 1 : Rome à l'époque impériale (d'après Kaplan 1995 : 119)

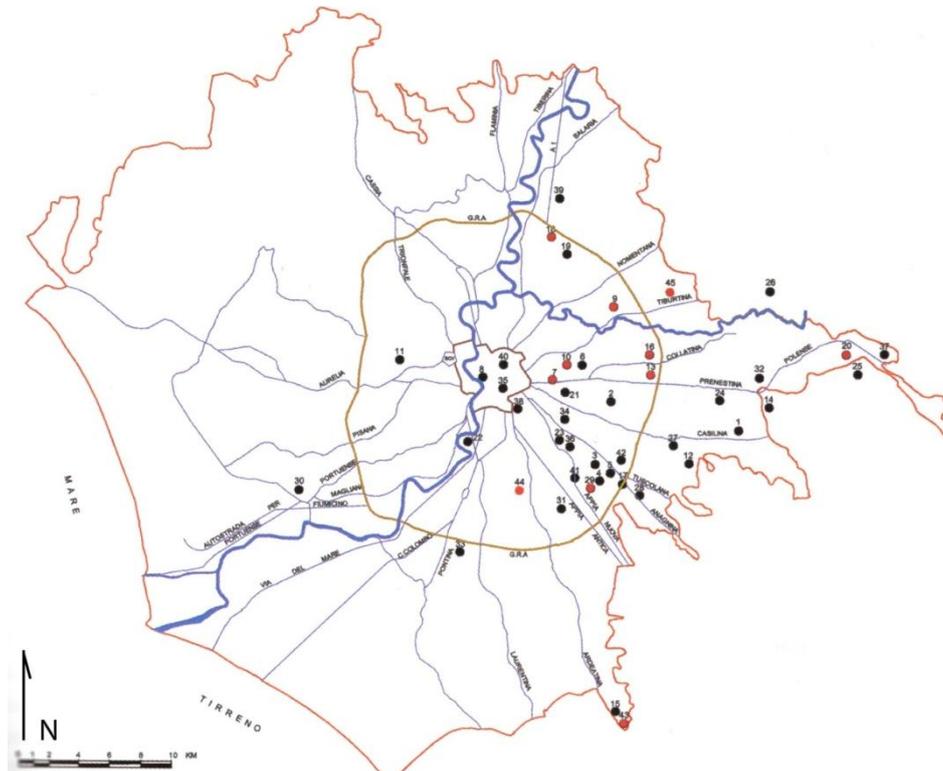


Figure 2 : Carte de situation des nécropoles à Rome et ses environs, de l'Antiquité tardive à l'époque médiévale (G. Luglio in Catalano 2008 : 10)

Cette mesure entraîne une véritable restructuration de la ville et permet grâce à la place libérée par les morts, la construction d'édifices dédiés à la vie citoyenne et à l'empereur, tel que la nécropole déplacée sur l'Esquilin pour laisser la place au *Forum Romanum*, nécropole dont l'emplacement est encore repoussé, au I^{er} siècle, plus loin du centre urbain au profit de jardins (fig. 1) (Lafon, 2003 : 11).

Les limites du *pomerium*⁷ continuent d'évoluer sous la pression de la croissance démographique de la population romaine repoussant un peu plus les nécropoles, ce qui entraîne la modification de leur forme et de leur organisation. Les nécropoles en ceinturant la ville marquent ainsi en négatif la limite de la ville et deviennent, de ce fait, le reflet de l'extension ou de la rétractation de l'*Urbs* au cours des siècles (fig.2) (Tranoy 2007 : 107).

Les ensembles funéraires jouxtent, à la périphérie de la ville, les zones artisanales mais également les jardins, tous en concurrence pour l'utilisation des terrains non bâtis (Frezouls 1987 : 383 ; Lafon 2003 : 12). Les nécropoles ne s'installent pas juste à la limite du *pomérium* mais bien en amont, en bord de voies modifiant ainsi le paysage routier (Leveau 1987 :15), tels les mausolées que l'on peut encore voir le long de la *Via Appia Antica*. Ces derniers sont décrits ainsi par R. Chevallier : « *les monuments de types variés étalaient la réussite des vivants et de leur famille et permettaient aux morts, censés poursuivre dans l'au-delà une vie ralentie, de s'éveiller un peu au passage des vivants* » (fig. 3) (Frezouls 1987 : 377 ; Chevallier 1972 :83).

Les ensembles funéraires se retrouvent aux premiers siècles de notre ère sous deux formes : la nécropole, accueillant aussi bien les inhumations que les incinérations et le tombeau monumental, toutefois ces ensembles funéraires se retrouvent en dehors de la ville, en dehors des limites du *pomerium*.

⁷ Les limites du *pomerium* ne correspondent pas toujours à celles des différents remparts et ce ne sont pas moins de trois enceintes qui se succéderont entre le IV^e av. J.-C. et le III^e siècle ap. J.-C., celle du III^e siècle ap. J.-C. englobant une superficie d'environ 1400 hectares (Frezouls 1987 : 373).

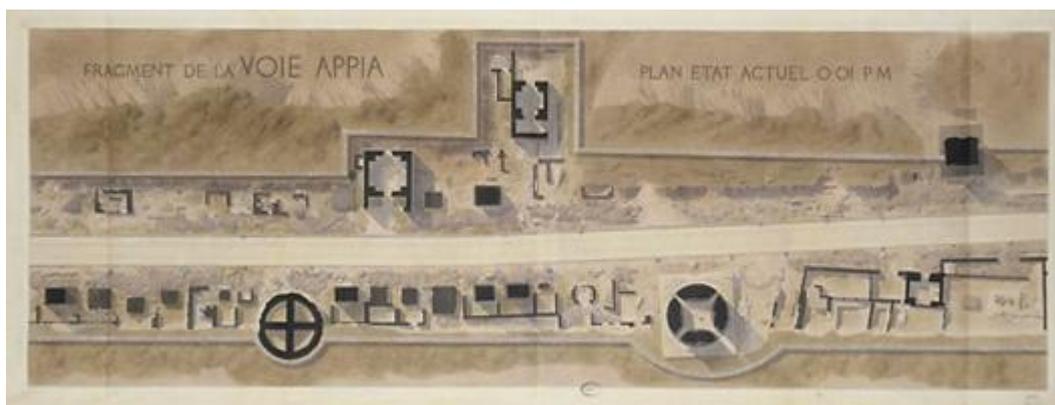
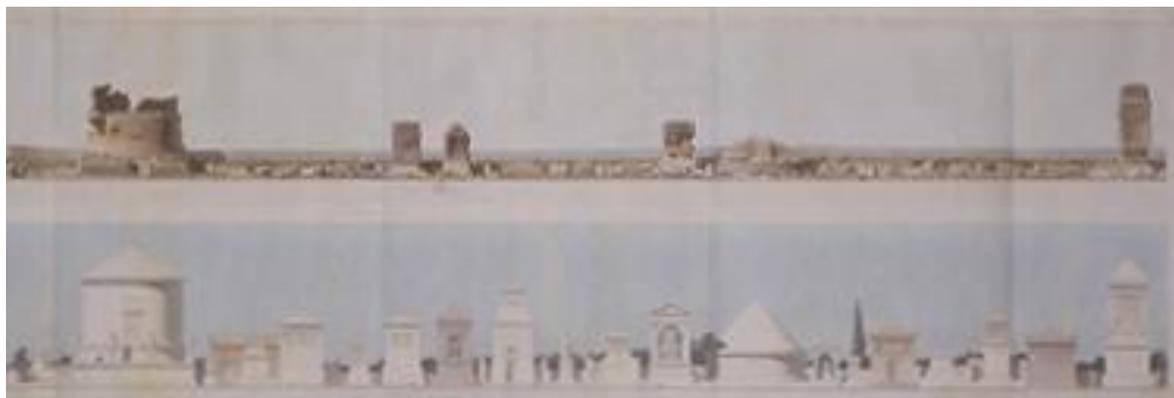


Figure 3 : Dessins architecturaux de la *Via Appia Antica* : élévation et restitution, plan au sol (A. G. Ancelet 1855, inv. 46-04 et 01)

I.1.1.2. Incinération ou inhumations, quels rites pour quelle époque ?

Les rites funéraires à Rome subissent des mutations entre le I^{er} et le III^e siècle de notre ère marquant après quelques siècles de coexistence le passage de l'incinération à l'inhumation (Bel 2002 :36). A Rome, entre le I^{er} s. ap. J.-C. et le III^e s. ap. J.-C., l'incinération est le rite funéraire privilégié et qualifié par Tacite de « *romanus mos* » (Bost et al 1991 : 41). L'inhumation est présente mais réservée aux pauvres car moins onéreuse comparée aux prix du bois du bûcher⁸ dans une ville en pleine construction. Cependant cette tendance est à nuancer au vu des derniers résultats présentés par Paola Catalano qui montre que l'incinération tient une place moins importante que ce à quoi l'on pouvait s'attendre dans les nécropoles suburbaines de Rome, aux premiers siècles de notre ère (Catalano 2008 : 10).

A la fin du II^e siècle et au début du III^e s. ap. J.-C., l'inhumation est réintroduite chez les élites comme rite funéraire ; sa généralisation va entraîner la création de nouveaux espaces funéraires, en surface et en sous-sol, car une inhumation prend la place de plusieurs urnes cinéraires. Cela marque le début du développement des hypogées (Bost et al 1991 : 41).

La population de la ville de Rome au II^e s. ap. J.-C. est estimée entre 0,8 et 1,2 million d'habitants pour une superficie de 1 373 hectares (Lafon 2003 : 9). La pression au niveau de l'habitat est sûrement aussi forte que celle ressentit au niveau des ensembles sépulcraux (Cordier 2001 : 94).

L'utilisation de l'espace souterrain pour inhumer les morts ouvrent de nouvelles perspectives de développement. A partir d'une entrée de taille réduite en surface tout un réseau souterrain peut se développer et accueillir un nombre de morts plus important avec le déploiement sur plusieurs étages (Giuliani, Guyon 2011 : 109).

Les galeries souterraines des hypogées constituent la forme initiale des catacombes au II^e siècle ap. J.-C. et leur expansion en un réseau de galeries souterraines de plusieurs centaines de mètres prendra alors l'appellation de catacombe. Les III^e et IV^e siècles ap. J.-C. voient l'avènement des nécropoles souterraines à la périphérie de Rome.

⁸ D'après l'inscription d'un collègue, J.-M. Flambard cite la somme de 250 sesterces, soit la solde annuelle d'un auxiliaire de l'armée (Flambard 1987 : 210).

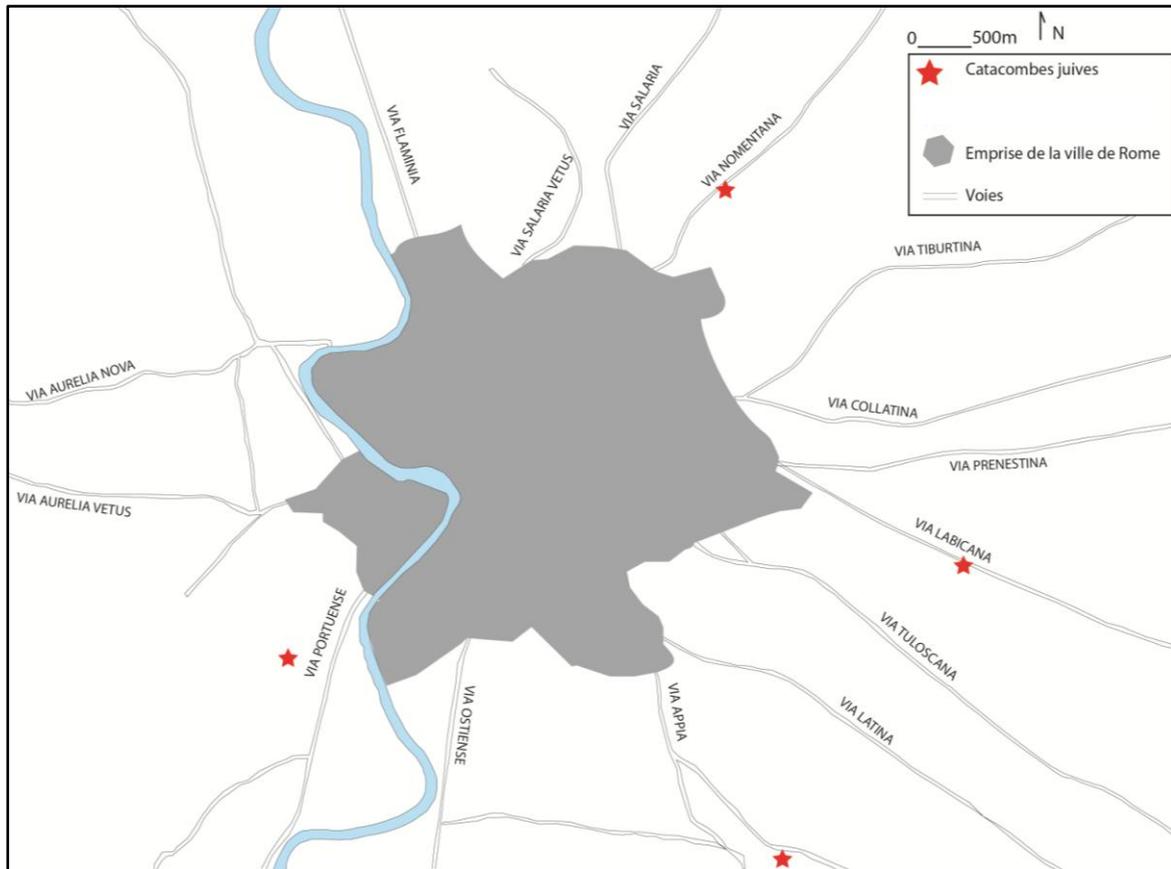


Figure 4 : Les catacombes juives de Rome au III^e- IV^e s. ap. J.-C. (d'après Fiocchi *et al.* 1999)

I.1.2. « La Rome souterraine⁹ »

I.1.2.1. Les catacombes : définition

Il nous a semblé indispensable avant de commencer tout rappel historique de faire un point sur la terminologie employée pour caractériser les ensembles funéraires souterrains romains des premiers siècles de notre ère.

L'origine du mot catacombe est issu du toponyme *ad catacumbas* qui désignait au IV^e s. ap. J.-C. les carrières souterraines de la *via Appia* (Fiocchi 1999 : 9). Le terme catacombe littéralement du latin le « cimetière souterrain » est souvent connoté par une forte appartenance de ces espaces funéraires à la chrétienté, comme le décrit F.-R. de Chateaubriand dans ses Mémoires d'outre-tombe « *Le Tibre sépare les deux gloires : assises dans la même poussière, Rome païenne s'enfonce de plus en plus dans ses tombeaux et Rome chrétienne redescend peu à peu dans ses catacombes.* » (Chateaubriand 1849 : II, 2)

Les termes de cimetière chrétien et de nécropole souterraine chrétienne sont employés bien souvent comme des synonymes du terme de catacombe associant ainsi un caractère religieux à un espace à destination funéraire.

Un aspect très intéressant développé par Éric Rebillard au vu des données archéologiques est que le développement des catacombes durant la période pré-constantinienne ne serait pas lié à l'essor du christianisme : l'Église n'aurait pas de statut privilégié au sein des catacombes mais se serait simplement portée acquéreur des chambres funéraires ou *cubicula* au même titre que d'autres particuliers ou d'autres communautés religieuses tels que les juifs par exemple (Rebillard 1997 : 755). Selon cet auteur, les inhumations au sein des catacombes romaines ne seraient donc pas toujours le fait de religieux, il serait alors réducteur de considérer que le terme de catacombe ne désigne que des espaces funéraires souterrains chrétiens.

En outre, des catacombes juives ont été mises au jour le long des *via Appia*, *Fortuense*, *Labicana* et *Nomentana* à proximité des catacombes dites chrétiennes (fig. 4) (Mazzoleni 1976 : 82 ; Spera 2003 : 32). Les catacombes seraient alors à plus juste titre un cimetière communautaire, un cimetière de chrétiens et non un cimetière chrétien (Guyon 1999 : 422).

⁹ D'après A. Bosio, *la roma sotteranea*, 1632, qui a jeté les bases de l'archéologie chrétienne (cf. *infra* I.1.2.2).

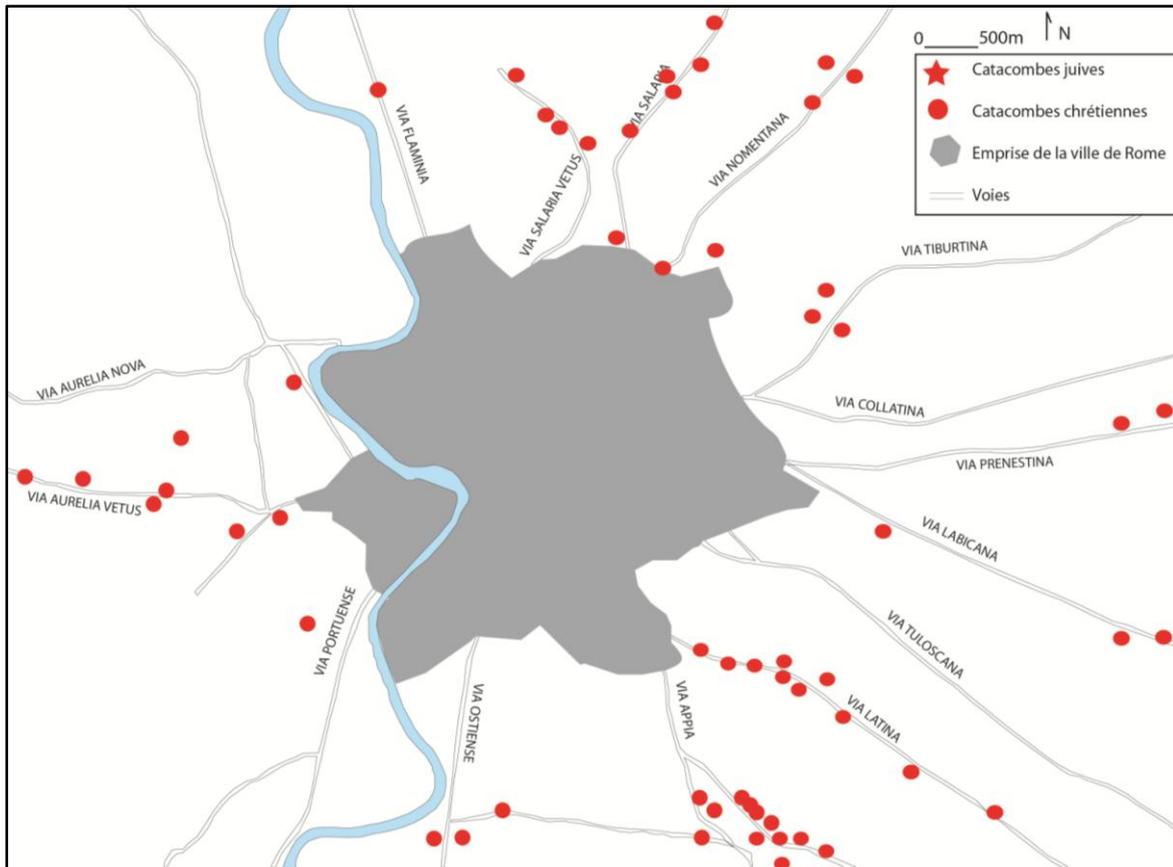


Figure 5 : Les catacombes chrétiennes de Rome au III^e- IV^e s. ap. J.-C. (d'après Fiocchi *et al.* 1999)

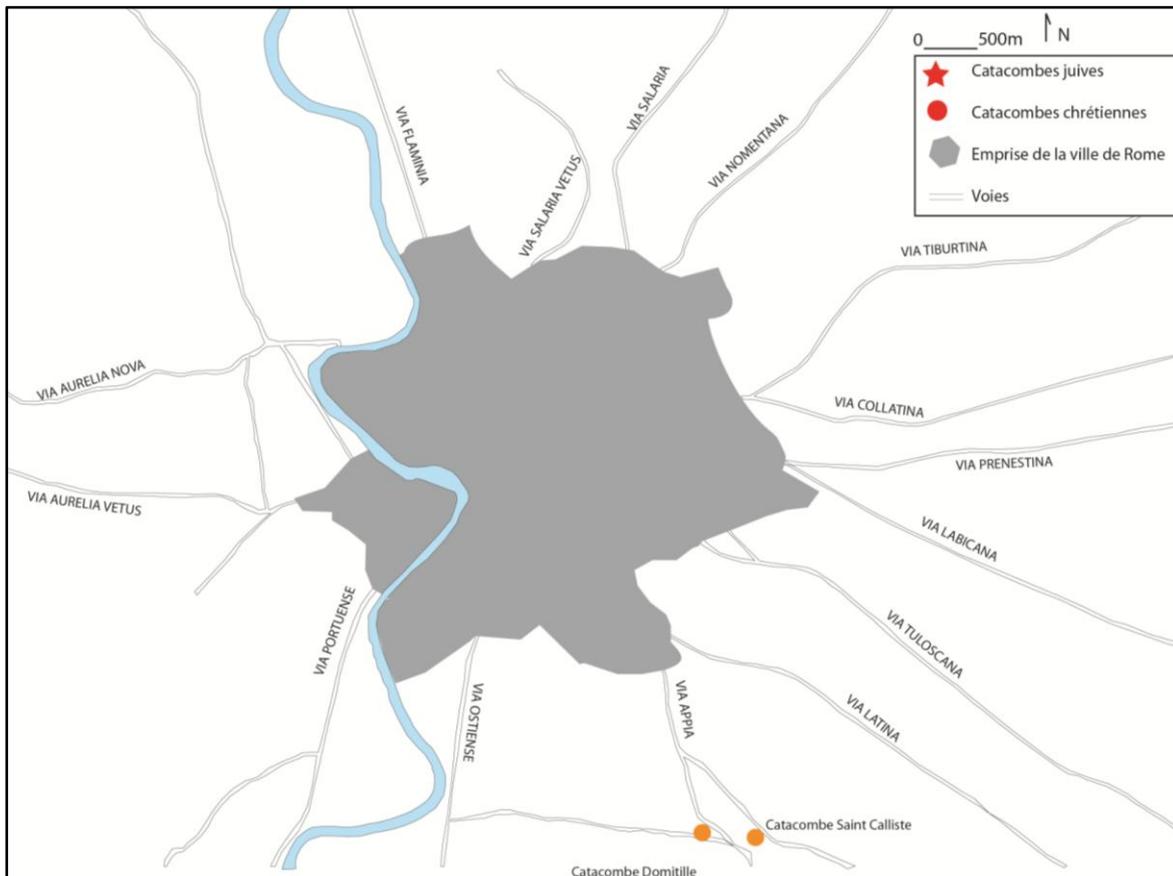


Figure 6 : Localisation des catacombes de Saint-Calliste et Domitille (d'après Fiocchi *et al.* 1999)

Nous ne sommes pas en mesure de trancher sur l'origine et les associations faites au terme catacombe et cette discussion sort du cadre de nos recherches, par conséquent, nous emploierons donc au sein de ce travail le terme de catacombe dans le sens d'un espace funéraire souterrain dédié le plus souvent à l'inhumation. Le terme de nécropole souterraine sera également employé mais de manière plus générale puisqu'il inclut également les hypogées. A notre sens, l'expression « ensembles funéraires souterrains » est la manière la plus neutre de caractériser ces espaces funéraires qui voient leur avènement au cours du III^e siècle ap. J.-C.

I.1.2.2. Genèse et développement des catacombes

Qu'ils s'agissent d'ensembles funéraires souterrains chrétiens, juifs ou païens, les accès à ces gigantesques galeries se font par un escalier en surface parmi les sépultures et autres tombes monumentales. C'est la nature même du substrat, le tuf, qui a permis le développement de ces réseaux de galeries à Rome.

Les espaces funéraires souterrains au même titre que les espaces funéraires de surface sont régis par les lois du droit funéraire romain, et s'ancrent également le long des voies au-delà des limites de la ville (fig.5).

Les terrains sur lesquels se sont installés les espaces funéraires romains sont des terrains privés, ce qui a pu en faciliter l'acquisition ou la destination à une communauté religieuse (Lafon 2003). Cette logique de développement, au-delà de la ville, en bordure de route, avec la réutilisation d'excavations existantes, arénaires ou système hydraulique, semble le point de départ des catacombes romaines, fait sur lequel s'accorde Jean Guyon et Francesco Tolotti (Guyon 1999 : 422). Pour la catacombe San Callisto par exemple, c'est la réunion de galeries de deux hypogées qui semble constituer le point de départ du développement du réseau souterrain en arêtes de poisson (Rebillard 1997 : 749).

Les plus anciennes catacombes datent des dernières décennies du II^e – début du III^e siècle ap. J.-C. et sont celles de San Callisto avec l'inhumation du pape éponyme en 222, et sa crypte des papes¹⁰ et de Domitille développée à partir de sept hypogées (fig. 6) (Ficocchi 1999 : 13).

¹⁰ Utilisée entre le III^e et le IV^e siècle, 16 papes y furent inhumés.

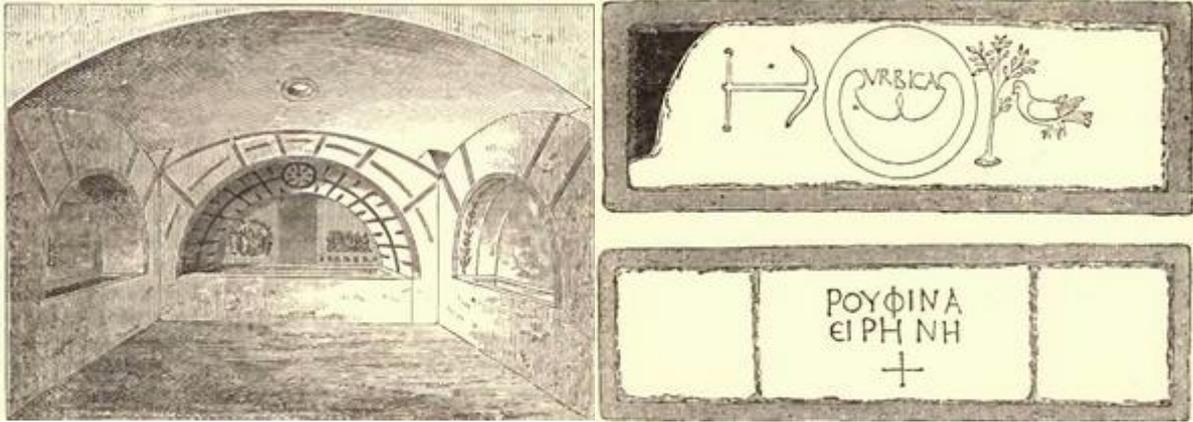


Figure 7 : A gauche : dessin de A. Bosio, *arcosolium* et à droite : dessin de J. -B. de Rossi, *loculi*. (Encyclopedia Britannica, vol. 5 sl. 5).



Figure 8 : Exemple de *loculus*, *arcosolium* et *cubiculum* (Cl. PCAS)

La fréquentation des catacombes et le nombre croissant d'inhumations sont liés à l'établissement de la paix religieuse en 312 sous Constantin. L'instauration du culte des martyrs, par le pape Damase en 366 ap. J.-C., entraîne le recensement des tombes des martyrs et l'aménagement des espaces à vocation cultuelle, accompagnés parfois d'épigrammes gravés dans la pierre (Ferrua 1942). L'utilisation des catacombes est relativement brève, eu égard à certains ensembles funéraires de surface mais le nombre d'inhumés y est particulièrement important, comme par exemple dans la catacombe de la *Via Latina* où 400 personnes ont été inhumées entre 325 et 360 ap. J.-C. (Ferrua 1960 : 89,93). Au V^e s. ap. J.-C., l'inhumation se raréfie dans les catacombes, mouvement initié par les élites qui privilégient les inhumations en mausolées ou choisissent de se faire inhumer dans les premiers cimetières paroissiaux au sein des villes. La pratique du cimetière paroissial se généralise à la fin du V^e- début du VI^es. ap. J.-C. Les catacombes deviennent alors un lieu de pèlerinage, attesté par les *Itinéraires* du VII^e siècle et se désertifie avec la translation des corps des Saints (Giuliani 2008 : 55).

Les catacombes sont au cours du XV^e siècle redécouvertes par des accès de fortune et sont fréquentées par les amoureux des antiquités tel Pomponius Léto. Leur véritable redécouverte d'un point de vue archéologique et historiographique est le fait d'un ensemble de savants du XVI^e siècle dont A. Bosio¹¹ que son successeur, J.-B. de Rossi, a appelé le « *Christophe Colomb des catacombes romaines* »¹² (fig.7) (Fiocchi 1999 : 11).

L'organisation interne des catacombes varie en fonction de l'implantation et des structures, préexistantes ou non, qui ont permis son développement. Les formes les plus courantes d'inhumations se retrouvent d'une catacombe à l'autre et prennent la forme de tombes à inhumation individuelles ou de regroupement de tombes individuelles. Les tombes peuvent être creusées directement dans la paroi : il s'agit de sépultures individuelles que l'on nomme *loculi* (fig. 8). Ces dernières sont fermées par une dalle de pierre ou de marbre portant une épitaphe plus ou moins laconique, certaines sont encore aujourd'hui scellées. Des tombes plus élaborées appelées *arcosolia* présentent un arc décoré au-dessus de la niche destinée à recevoir le corps du défunt.

¹¹ Bosio A., *Roma Sotterranea*, Rome, 1632, 321-395.

¹² En ce qui concerne l'historiographie des catacombes romaines, nous vous invitons à vous référer à l'ouvrage de Vincenzo Nicolai Fiocchi et aux différents articles de Jean Guyon et de Raffaella Giuliani qui dresse un inventaire complet de la recherche archéologique sur les ensembles funéraires souterrains de Rome (Fiocchi 1999 ; Guyon 1984, 1987, 1994, 1999, 2011 ; Giuliani 2008, 2011).

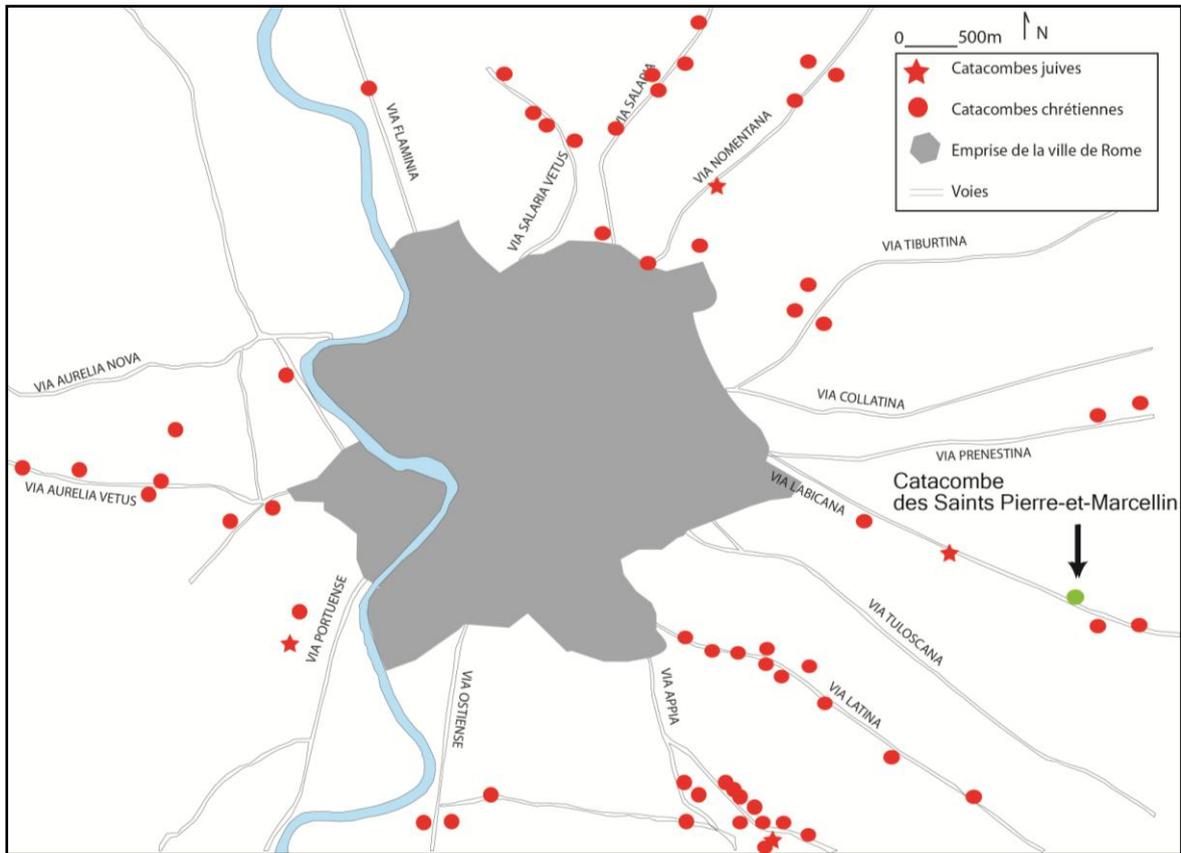


Figure 9 : Localisation de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (d'après Fiocchi *et al.* 1999)

Les tombes peuvent également être regroupées sous forme de chambres funéraires contenant plusieurs sépultures individuelles, regroupant une famille ou une corporation. Ces chambres appelées *cubicula* font souvent l'objet de riches décors (Giuliani 2008 : 50).

La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin a bénéficié d'études plus approfondies qui ont permis de déterminer ou à défaut d'estimer le nombre de défunts dans la nécropole en surface mais aussi en souterrain. Nous nous intéresserons donc plus particulièrement à cette dernière.

I.2. La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin

I.2.1. Genèse et organisation de la catacombe

I.2.1.1. Localisation et installation en surface

La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin est située le long de l'antique *Via Labicana*, actuelle *Via Casilina*, au nord-est de Rome (fig. 9). La catacombe s'implante sur un domaine impérial, *fundum Laurentum* et en prend le nom dans certains textes, soit sous la forme de catacombe *ad duas lauros*¹³, soit sous le nom de cimetière *ad duas lauros*.

A partir du I^{er} s. ap. J.-C., les terres agricoles voient l'installation de la caserne et du cimetière des *equites singulares Augusti*¹⁴ ; ce dernier a été détruit après la dissolution de ce corps au début du III^e siècle (Guyon 1987 : 7 ; Giuliani, Guyon 2011 :101).

¹³ Littéralement « aux deux lauriers », il est possible de trouver également « *inter duas lauros* »

¹⁴ Les différentes stèles funéraires découvertes en remploi dans les monuments postérieurs (mausolées constantiniens) renseignent sur le genre et l'identité de certains défunts et présentent une iconographie semblable : cavalier ou cheval et son bouclier (Giuliani 2008 : 49 ; Sablayrolles 2001 : 142).



Figure 10 : État actuel du mausolée d'Hélène, *Tor Pignattara*.

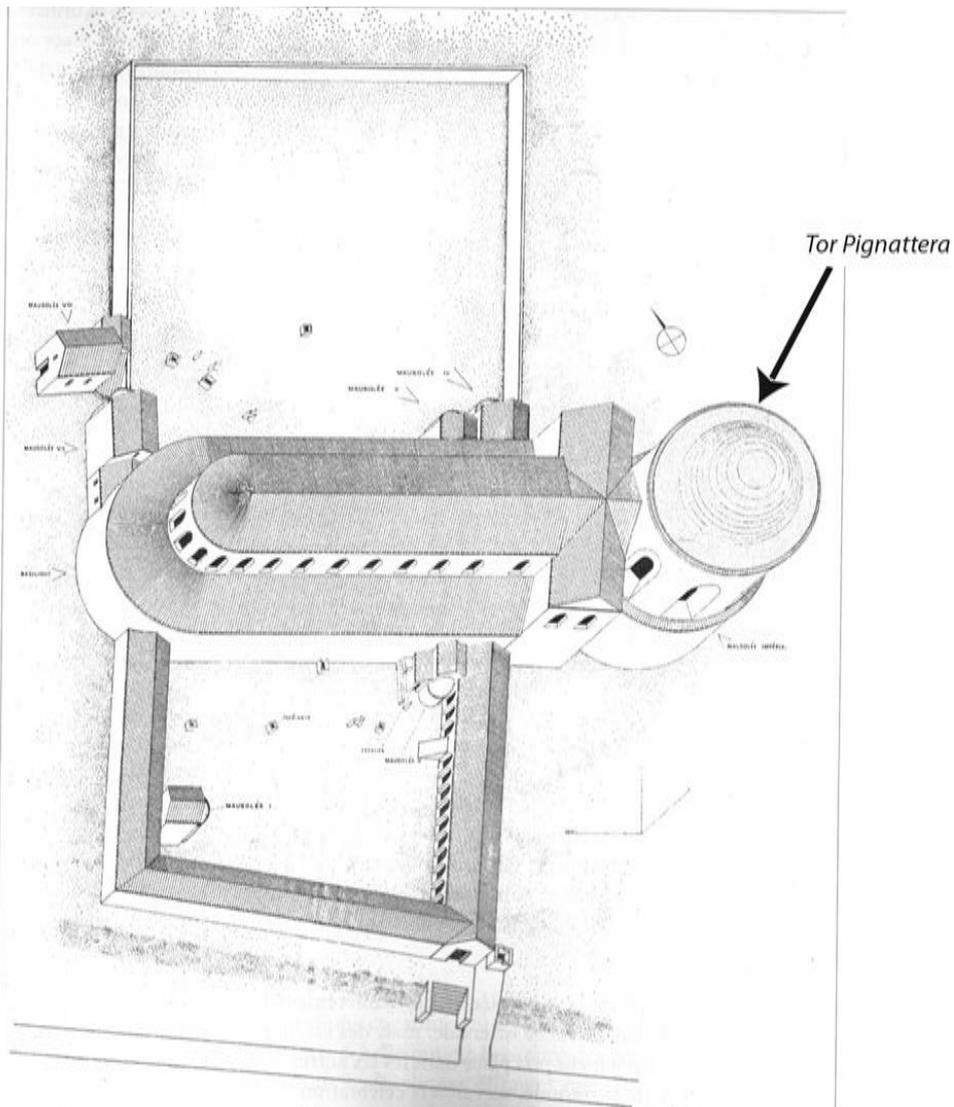


Figure 11 : Restitution axonométrique de la basilique de Constantin (Guyon 1987 : 234).

Les ressources du sous-sol étaient utilisées pour la pouzzolane¹⁵ et l'on peut également noter la présence de citernes de taille variable alimentées, pour les plus importantes, par des galeries hydrauliques (Guyon 1987 : 35). Celles-ci ont par la suite été réutilisées pour les inhumations avant de creuser dans le tuf lithoïde de nouvelles tombes. La destruction du cimetière des *equites* permet de libérer une surface constructible et c'est là qu'est implanté sous Constantin en 360 ap. J.-C., un mausolée circulaire, *Tor Pignattara* qui accueille les restes d'Hélène¹⁶ (fig. 10). Cette construction est accompagnée d'une basilique de 65 mètres de long sur 29 mètres de large, d'une enceinte, de deux nefes latérales et dotée de plusieurs portiques et d'un enclos, des tombes sont aménagées au sein de l'édifice ainsi que des chapelles funéraires (fig. 11) (Giuliani, Guyon 2011 : 104).

La politique de Constantin en faveur des chrétiens est ici illustrée par la dotation d'une partie de ses terres pour la construction d'hypogées chrétiens puis leur extension. La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin s'est donc développée autour d'hypogées dont les galeries se sont peu à peu rejointes formant ainsi une des plus importantes nécropoles souterraines au cours du III^e siècle. L'entrée actuelle de la catacombe est située à 150 mètres du mausolée d'Hélène.

I.2.1.2. Origine et développement

Jusqu'à présent, les différentes hypothèses voulaient que le réseau de galerie de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin se soit développé autour de trois citernes, X, Y et Z au milieu du III^e s. mais les récentes découvertes d'un secteur dans cette même région en 2003 pose la question d'une origine plus précoce autour du I^{er} s. ap. J.-C. avec un ensemble de tombes multiples¹⁷. Nous détaillerons plus en avant cette récente découverte, au centre de notre sujet, mais pour le moment, nous nous attarderons plus spécifiquement dans ce chapitre sur le développement de la catacombe autour des citernes précitées et pour la période du III^e s. ap. J.-C.

La population estimée par Jean Guyon au sein de cette catacombe se situe autour des 9 000 individus pour l'époque pré-constantinienne (Rebillard 1997 : 762).

¹⁵ La pouzzolane est une roche volcanique utilisée à Rome pour la construction, notamment pour les ciments.

¹⁶ Hélène est la mère de l'empereur Constantin.

¹⁷ Une sépulture ou une tombe dite multiple est le fruit du dépôt simultané ou quasi-simultané de plusieurs corps en un même lieu (Duday 2007 : 15 ; Castex *et al.* 2007 : 274).

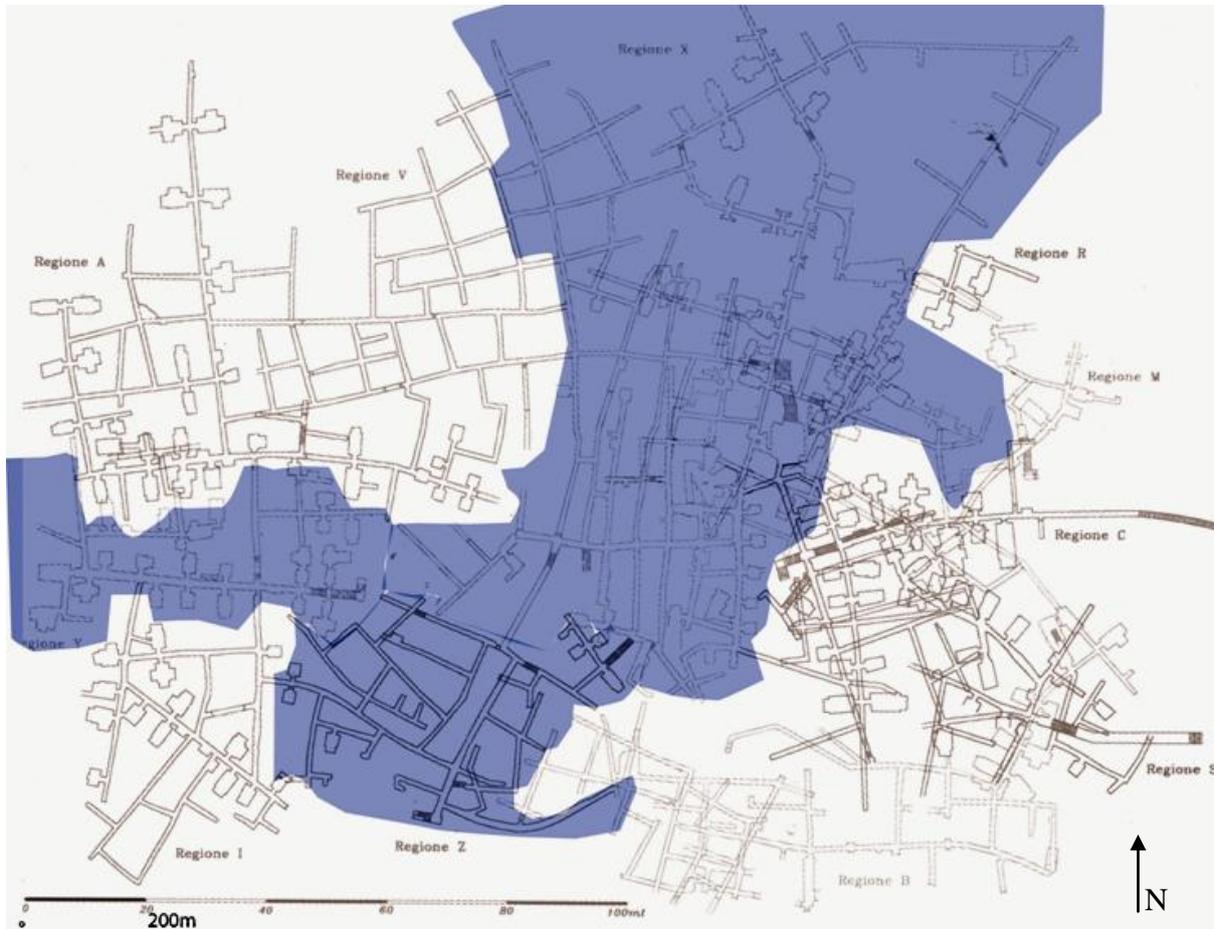


Figure 12 : Plan de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin avec en bleu les zones primitives (d'après PCAS)

Les galeries primitives de la catacombe se sont développés avec l'installation du complexe funéraire en surface, à l'époque constantinienne, et correspondent aux régions X, Y et Z qui sont d'anciennes citernes mises en connexion avant l'installation du cimetière chrétien (fig.12). La réutilisation de ces citernes comme espace sépulcral n'est pas surprenante et devait présenter un coût matériel et humain moindre qu'une création complète (Guyon 2011 : 100). Les régions I et A se sont développées avant le IV^e siècle. Le réseau s'est ensuite prolongé à l'est avec la région B, des escaliers ont ensuite été ajoutés dans la basilique et ses annexes permettant l'accès aux galeries des zones M, C et S.

Les tombes des martyrs éponymes, Pierre et Marcellin, ont été introduites durant le IV^e s. ap. J.-C. ainsi que celles des empereurs Valérien et Dioclétien et les Quatre Saints Couronnés. Le nombre d'inhumés atteint alors les 11 000 pour une superficie de 2 hectares, ils sont de 5 à 6 000 dans le cimetière en surface attenant à la basilique (Guyon 1987 : 100).

Le réseau de galeries se développe les siècles suivants, autour du secteur où se situe la tombe des martyrs, maintes fois remaniée pour satisfaire à l'affluence des pèlerins. La catacombe connue sous le nom de catacombe *ad duas lauros* prend alors le toponyme des saints éponymes. Les galeries forment un ensemble cohérent pour les régions X, Y, B, Z, A et I, les excavations postérieures au IV^e s. ap. J.-C., B, C et S s'articulent au niveau de la région X à hauteur de la crypte des Saints Pierre-et-Marcellin.

La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin représente toute période confondue une superficie de 3 hectares, 4,5 kilomètres de galeries et de 20 000 à 25 000 tombes (Guyon 1987 ; Castex *et al.* 2009 : 287). Cette catacombe est particulièrement connue au VI^e siècle comme lieu de pèlerinage, en témoigne les nombreux graffitis et l'aménagement d'un « *itineraria ad sanctos* » dont on retrouvera le parcours dans les *Itinéraires* du VII^e siècle (Giuliani 2008 : 53). Elle est également réputée pour la richesse de ses iconographies¹⁸ ornant les différents types de sépultures.

¹⁸ La catacombe renfermerait deux tiers des plus belles peintures de la Rome souterraine (Ficocchi Nicolai *et al.* : 1999) dont la plupart datent d'avant 325 ap. J.-C. (Guyon 1987).

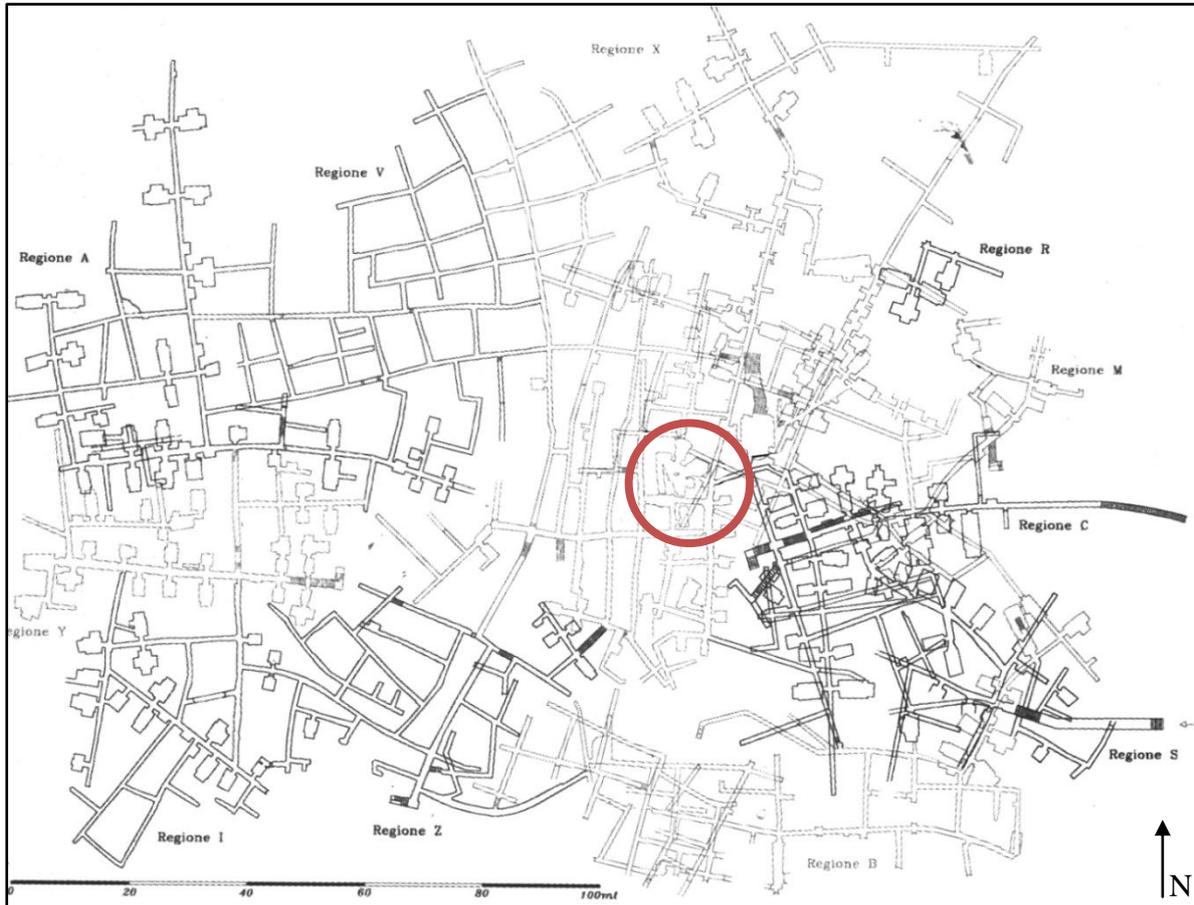


Figure 13 : Plan de la catacombe avec le secteur central (cerclé en orange) (Giuliani 2008 : 53).

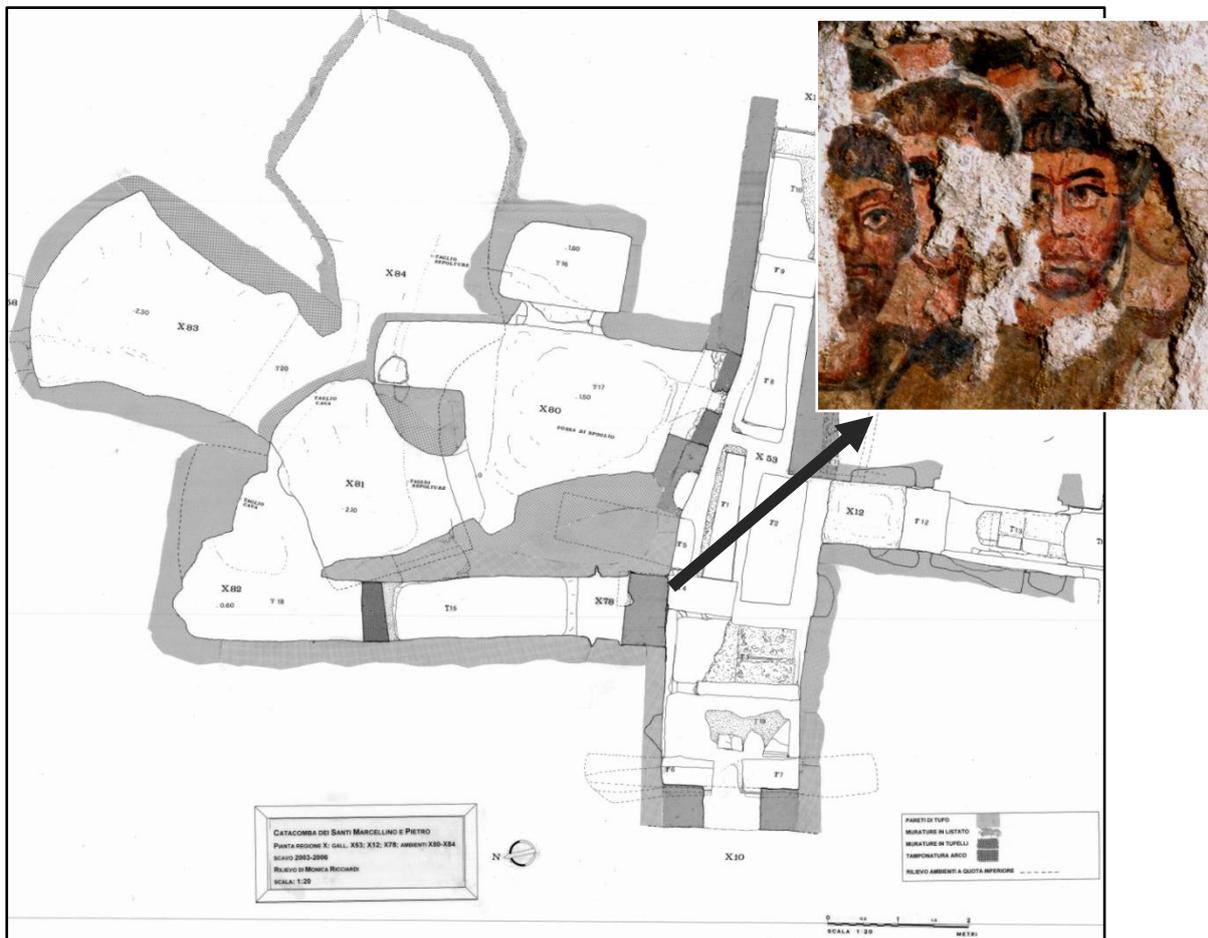


Figure 14 : Plan du secteur central et localisation de la fresque (plan et cl. PCAS).

I.2.2. Le secteur central de la catacombe

I.2.2.1. Localisation, organisation et historique des recherches

Dans la région X¹⁹, une des plus anciennes, se trouve une zone (cerclée en rouge) dont l'organisation des dépôts funéraires diffère de ce qui est connu au sein de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, il s'agit du secteur central qui constitue le cœur de notre sujet d'étude (fig. 13). La découverte de cette zone encore inexplorée a eu lieu en 2002 à la suite de l'entretien du réseau hydraulique. Ce secteur, situé à l'ouest de la crypte des Saints Pierre-et-Marcellin, est accessible par la galerie X53 à la rencontre de la salle X78.

Lors de sa découverte, l'accès à cet espace funéraire était scellé par des blocs de mortiers recouverts d'une fresque du haut Moyen Âge représentant un groupe d'hommes en toge dont l'un d'eux au premier plan est auréolé (fig.14). La première hypothèse formulée par la Commissione Pontificale de l'Archeologia Sacra (organisme du Vatican en charge des catacombes chrétiennes) pour expliquer les décès multiples découverts dans ce secteur, était qu'il pouvait exister une relation entre ces ensembles funéraires et des martyrs chrétiens. Les premières études biologiques²⁰ n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse.

Les différentes cavités qui composent le secteur central sont des salles creusées dans le tuf qui après l'abandon de la carrière ont été –en partie du moins– réemployées à compter du I^{er} siècle ap. J.-C comme espace sépulcral et présentent les restes encore en connexion de nombreux individus d'après les différentes datations effectuées au sein de ce secteur²¹.

Le secteur central comporte sept cavités de formes et de dimensions différentes : X78 T15, X82 T18, X81, X80, X80 T16, X84 et X83, selon l'ordre de circulation antique (fig. 15).

Toutes ont été creusées dans le tuf, et leur agencement en étoile avec un accès commun aux deux salles X83 et X84 soulève la question d'une utilisation conjointe de ces ensembles avec un accès par la cavité X81 (Castex *et al.* 2011 : 275).

¹⁹ Inaccessible jusqu'alors en raison de nombreux effondrements.

²⁰ Malgré l'indigence des vestiges osseux aucune lésion squelettique particulière liée à un éventuel massacre de chrétien n'a pu être mise en évidence (Giuliani *et al.* 2007 : 119).

²¹ Cf. *infra*. I.2.2.2

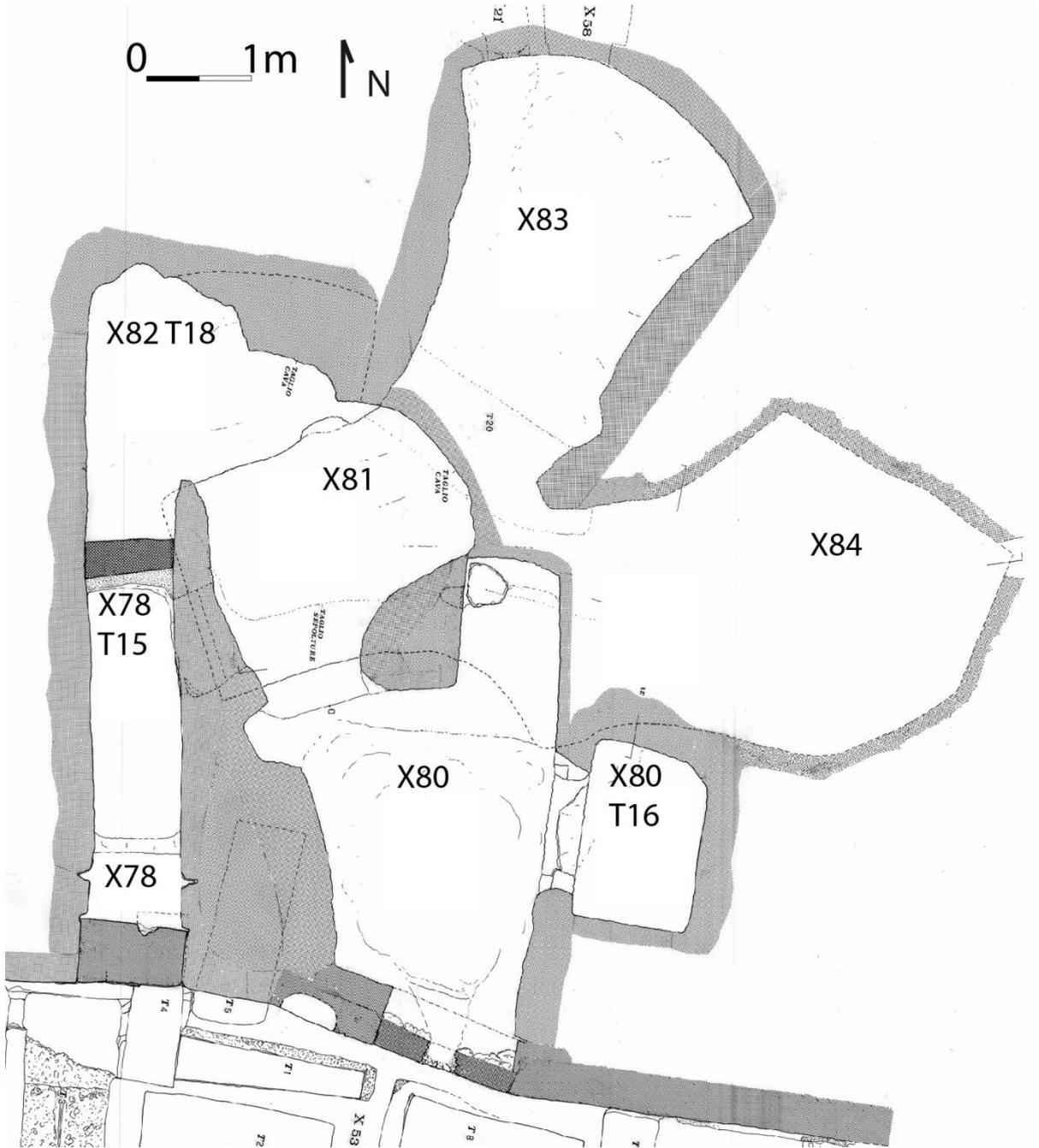


Figure 15 : Plan du secteur central (M. Ricciardi 2006, PCAS)

Les salles X80 T16 et X82 T18 sont quant à elles bien individualisées, marquées par des différences de hauteur de sol avec les autres cavités allant de 1,50 mètres entre X80 T16 et X82 T18 jusqu'à 3 mètres entre X82 T18 et X83.

L'organisation des salles et la présence de vestiges osseux de nombreux défunts vont à l'encontre de ce qui peut être observé dans le reste de la catacombe, c'est-à-dire des sépultures individuelles sous la forme de *loculus* ou *arcosarium* ou regroupés en chambre funéraire comme les *cubicula*²². Les particularités du secteur central, comme nous allons le voir plus précisément pour la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, aurait pu jouer un rôle fondateur dans le développement de ces réseaux funéraires progressivement christianisés (Castex *et al.* 2011 : 278).

La consolidation des galeries devant entraîner la destruction des vestiges, une première campagne de fouille est organisée en 2004 sous la direction d'une équipe italienne²³; elle reste limitée à l'espace X78 T15, relativement clos, qui pouvait être considéré comme une tombe indépendante des autres secteurs.

Cette première étude a révélé un ensemble funéraire contenant les vestiges osseux d'au moins 46 individus (d'après le nombre minimal d'individus ou NMI)(Castex *et al.* 2007 : 274-275). Elle a permis d'évoquer l'hypothèse de dépôts simultanés sans qu'aucun argument précis ne puisse être proposé pour le confirmer.

En 2005, la Commission Pontificale propose à Dominique Castex²⁴ la poursuite de la fouille car d'autres tombes -X83, X82 T18 entre autres- sont menacées de destruction par la construction de piliers de soutènement (Castex *et al.* 2009 : 288). Plusieurs missions françaises ont alors suivies en 2006, 2008 et 2010 en codirection avec Philippe Blanchard²⁵.

Les premières campagnes se sont principalement intéressées aux salles X80 T16 et X82 T18 qui bien individualisées ont ainsi pu être exhaustivement fouillées, elles ont livrées respectivement 76 et 78 individus. Les salles X83²⁶ et X84, sont toujours en cours de fouille et ont déjà livrées plus de 300 individus (fig. 15) (Castex *et al.* 2009 : 288 – 291 ; Castex *et al.* 2011 : 279).

²² Cf. *supra* I. 1. 2. 2 où nous détaillons les différentes formes de sépultures observées au sein des catacombes.

²³ G. Pagni et L. Burdassi, du laboratoire d'anthropologie de Pise.

²⁴ Directrice de recherche CNRS, UMR 5199 PACEA, A3P. Les crises de mortalité constituent un de ses axes de recherche privilégié.

²⁵ Ingénieur de recherche, INRAP (Tours).

²⁶ Dont la fouille a été initiée en 2005 afin de créer des chemins d'accès.



Figure 16 : Vue de la X83 en cours de fouille (Cl. D. Gliksman, INRAP)

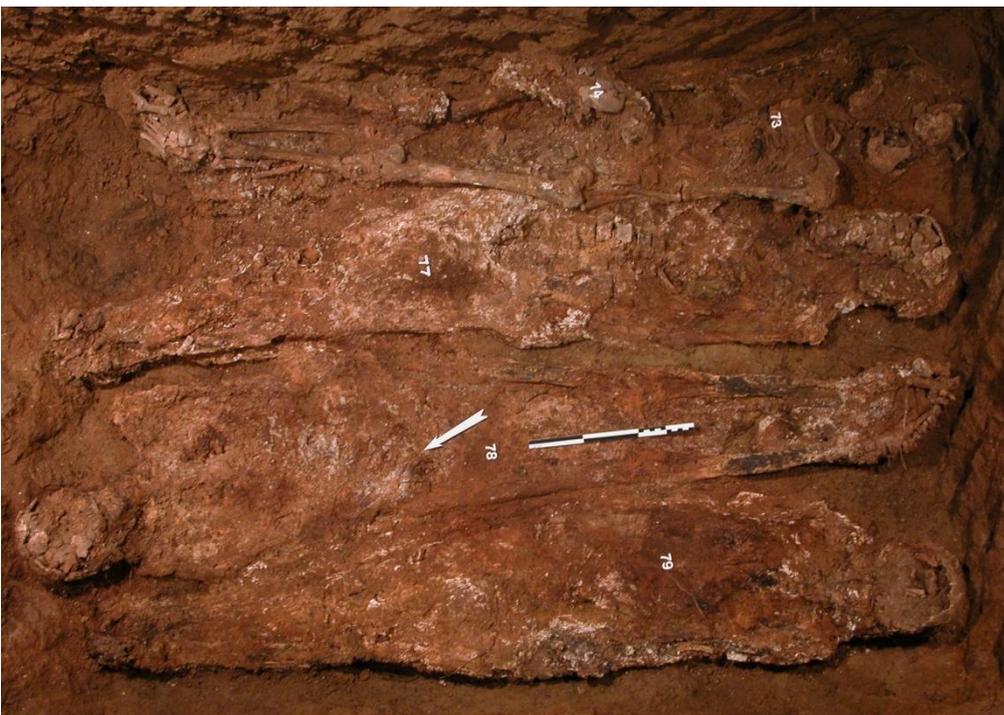


Figure 17: Tombe 16, dernier niveau de dépôt (Cl. mission 2006)

L'organisation de ce secteur est particulièrement complexe à appréhender au même titre que la gestion antique de ces espaces funéraires, les datations et les différents travaux initiés par D. Castex ont permis d'apporter des questionnements mais également des éléments de réponses comme nous le verrons dans le chapitre suivant et tout au long de cette étude.

I.2.2.2. Premiers résultats

Les résultats présentés ici sont le fruit des différentes études initiées lors de la fouille, telle que l'étude biologique des individus, et des différents travaux menés en post-fouille sur le matériel et notamment l'appareil funéraire²⁷.

Premières observations sur les dépôts

Les différentes cavités présentent une accumulation de squelettes en connexion, plus ou moins bien conservés et séparés par des passes de sédiments²⁸ (fig. 16). L'accumulation d'un grand nombre de vestiges osseux, encore en connexion pour certains, a amené les acteurs de la fouille à émettre l'hypothèse de sépultures multiples en rapport avec une crise de mortalité, c'est-à-dire un épisode de mortalité anormale. Les différentes fouilles menées ont alors visées à comprendre le fonctionnement de ces ensembles et à démontrer la simultanéité des dépôts.

Les individus sont le plus souvent placés en décubitus –sur le dos– membres supérieurs en extension ou fléchis, mains sur ou sous les coxaux, les membres inférieurs également en extension. Cependant quelques exceptions ont été observées avec la présence d'un individu assis dans la tombe T18, ou encore un ensemble d'individus du même niveau déposés sur le ventre, sans soin apparent, dans la tombe 16.

Un soin particulier est apporté aux corps avec la présence, pour certains, d'un appareil funéraire individuel, que nous exposerons plus en détail ci-après (fig. 17).

Un ensemble d'éléments interprétatifs a permis d'émettre l'hypothèse de plusieurs sépultures primaires multiples.

²⁷ Pour plus de détails sur les différentes campagnes de fouilles menées, nous vous renvoyons aux publications de D. Castex et collaborateurs parues dans les MEFRA 2007, 2009 et 2011.

²⁸ Une passe de sédiment est une couche de terre qui vient sceller le dépôt d'un ensemble d'individu qui constitue un niveau de dépôt.



Figure 18 : Boucles d'oreille en or X82 T18, contexte de découverte et après nettoyage (Cl. mission 2006).

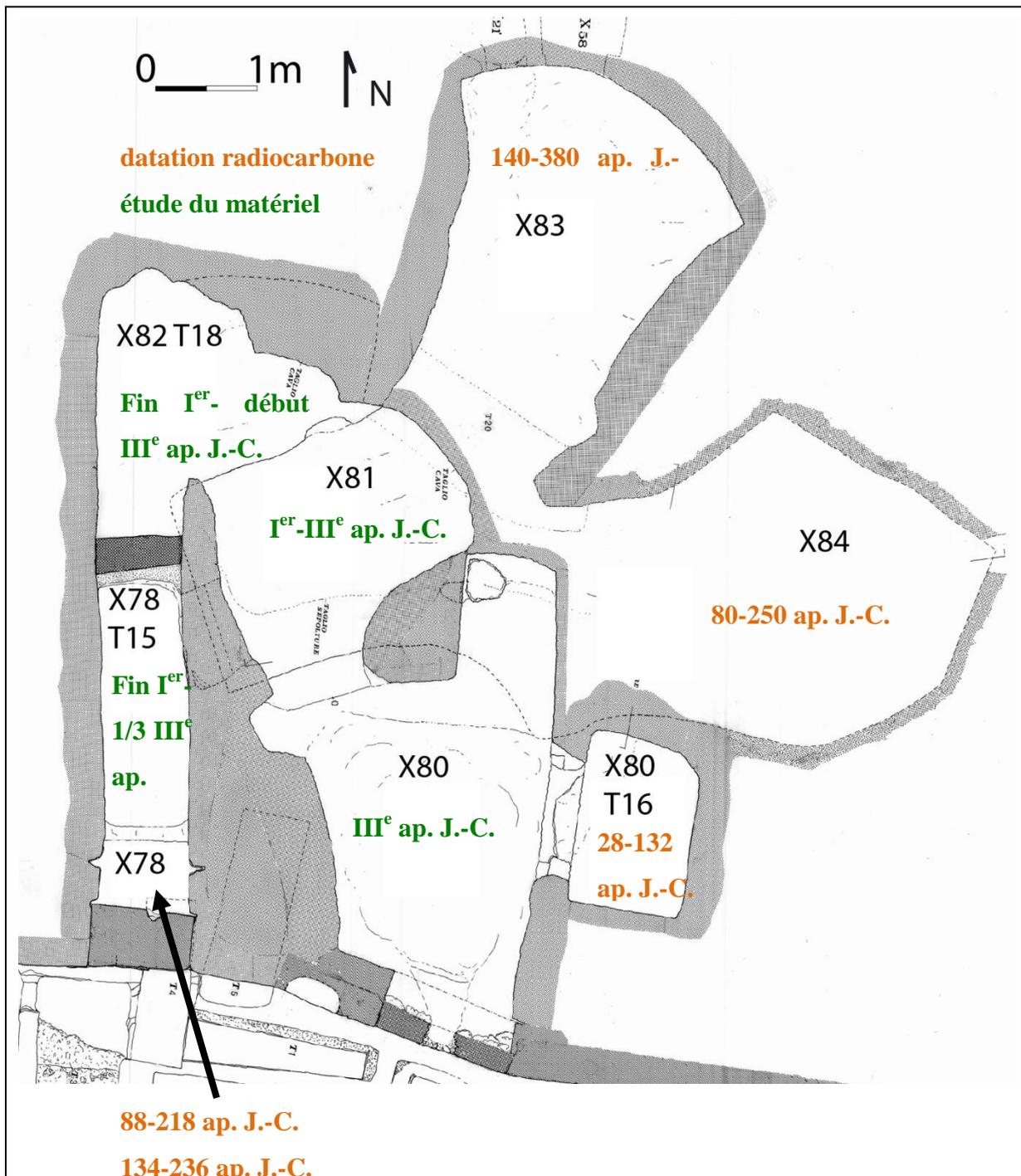


Figure 19 : Datation des différents espaces funéraires (Ricciardi PCAS, Castex, Blanchard 2011 : 289)

Ces indices tels que la conservation des connexions anatomiques dites labiles, par opposition aux connexions persistantes, l'absence de déplacement des vestiges osseux malgré la superposition des corps, indiquent une décomposition simultanée de cadavres frais au moins au sein de chaque niveau (Castex *et al.* 2007 : 277). Il est à noter que le grand nombre d'individus inhumés au sein de chaque espace funéraire laisse penser à plusieurs épisodes successifs de surmortalité.

Les datations

Plusieurs types de datations ont été pratiqués sur le secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin. Les monnaies découvertes dans la cavité X78 T15 datent cet ensemble de la fin du I^{er} -¹/₃ du III^e s. ap. J.-C.

Des échantillons de tissu prélevés dans ce même ensemble, X78, précisent après datation au radiocarbone²⁹ la chronologie de cet espace sépulcral entre 88 et 218 ap. J.-C. pour le premier et 134-236 ap. J.-C. pour le second. La sépulture X82 T18 est, quant à elle, datée par une paire de boucles d'oreille en or, dont la diffusion se situe entre la fin du I^{er} et le début du III^e siècle (fig. 18). Les ensembles funéraires X80 T16, X84 et X83 ont fait l'objet de datation radiocarbone qui placent respectivement ces ensembles entre 28 et 132 ap. J.-C. pour le premier, 80 et 250 ap. J.-C. pour le deuxième et entre 140 et 380 ap. J.-C. pour le troisième (fig. 19) (Castex *et al.* 2011 : 278 ; Castex, Blanchard 2011 : 289).

Les apports fournis par ces datations sont à plusieurs niveaux : tout d'abord, à l'échelle de la catacombe, elles permettent de confirmer la précocité du secteur central avec une utilisation dès le I^{er} siècle de cet ensemble funéraire, ensuite, à l'échelle du secteur central, elles mettent en évidence des différences chronologiques dans le fonctionnement des différents espaces. En effet, il apparaît que toutes les cavités n'ont pas été utilisées en même temps, vraisemblablement l'espace sépulcral X 80 T16 serait dans les premiers à fonctionner et X 83 aurait été dans les derniers utilisés pour le dépôt des corps.

Bien entendu, en l'absence de datation radiocarbone pour l'ensemble des différentes cavités, il est difficile d'établir une chronologie précise. De plus, la conservation des vestiges ne permet pas de réaliser ce type d'analyse pour chaque espace funéraire.

²⁹ Ces datations calibrées ont été effectuées au centre de datation par le radiocarbone, Université Claude Bernard, Lyon 1.



Figure 20: Tombe 18, plâtre sur l'individu 54 (cl. mission 2006).

L'étude biologique

L'étude biologique a porté sur 536 sujets sur les 2500³⁰ individus restants dans les secteurs inexploités (Castex *et al.* 2011 : 279). L'étude biologique est essentielle pour caractériser le type de population inhumée au sein de cet espace sépulcral particulier mais également pour caractériser la nature de la crise de mortalité. Les premières observations ostéologiques telles que la détermination du sexe, de l'âge, l'observation des possibles pathologies des individus inhumés ont été effectuées sur place lors de chaque campagne de fouille.

Ces études ont permis de mettre en évidence un déficit des sujets immatures et une prédominance des adultes jeunes. Elles ont également montré un très fort taux de sujets féminins³¹ (Castex, Blanchard 2011 : 290).

Plusieurs analyses ont été initiées pour identifier l'origine de la crise de mortalité, à ce jour aucune trace de lésions traumatiques n'a été observée sur les ossements ce qui a permis d'écarter l'hypothèse d'une sépulture liée à un événement de type massacre. L'analyse paléobiochimique initiée en 2005 et réalisée par M. Drancourt s'est révélée négative pour la peste, la variole et le typhus, toutefois leur présence n'est pas à exclure. La précocité chronologique de certaines zones de l'ensemble funéraire permettrait d'exclure également la peste antonine qui a sévi à Rome entre 165 et 180 ap. J-C. (Castex *et al.* 2009 : 289).

D'autres analyses sont en cours sur les cheveux particulièrement bien conservés dans les derniers niveaux prélevés au sein des ensembles X83 et X84 et sur les valeurs isotopiques du strontium³² contenues dans l'émail des dents.

L'appareil funéraire

L'appareil funéraire se compose de plâtre, de fils d'or dispersés dans les tombes, d'ambre, de résine et de tissu (Castex *et al.* 2009 : 290).

Le plâtre³³ se présente sous la forme d'un matériau blanchâtre parfois grisé, comportant ou non des inclusions et de texture indurés ou friables (fig. 20).

³⁰ Des petits sondages effectués dans les espaces restant à fouiller ont permis de réaliser cette estimation.

³¹ Le taux de masculinité est de 27,5 % pour 315 sujets étudiés le taux théorique est de 50% (le taux de masculinité est le rapport de l'effectif des hommes sur l'effectif des hommes et des femmes).

³² Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un doctorat réalisé par K. Salesse sous la direction de D. Castex au sein de l'UMR 5199 PACEA, A3P à l'université de Bordeaux 1, associé à E. Dufour (MNHN, Paris).

³³ L'identification du matériau a été réalisée par C. Vanhove (Centre de Recherche en Physique Appliqués – CRP2A –, Bordeaux 3).

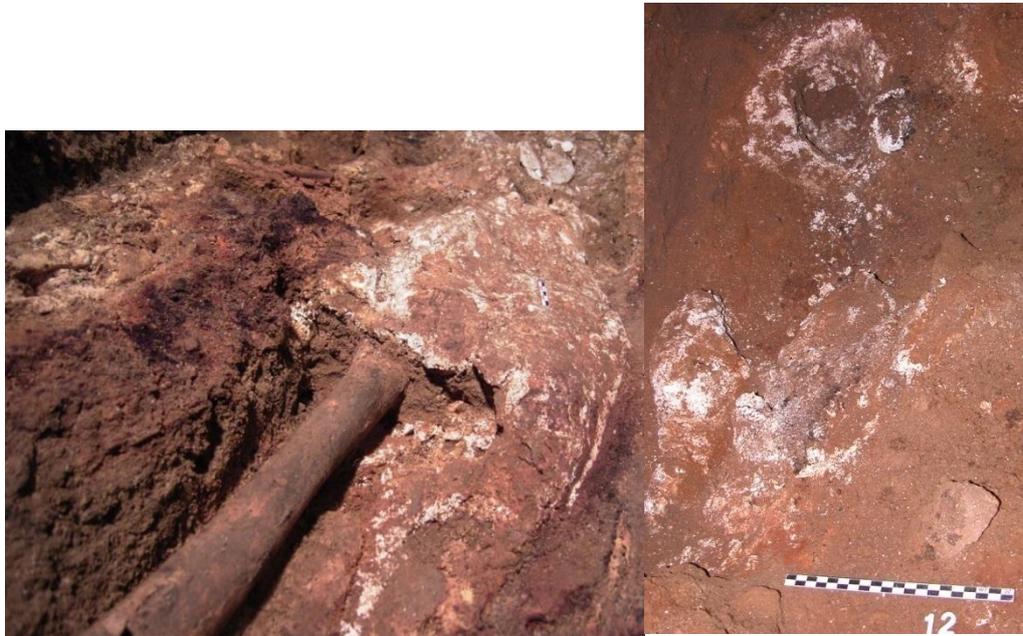


Figure 21 : Vue de profil d'un fémur pris dans la gangue de plâtre et empreinte du crâne de l'individu 12(Cl. mission 2005).

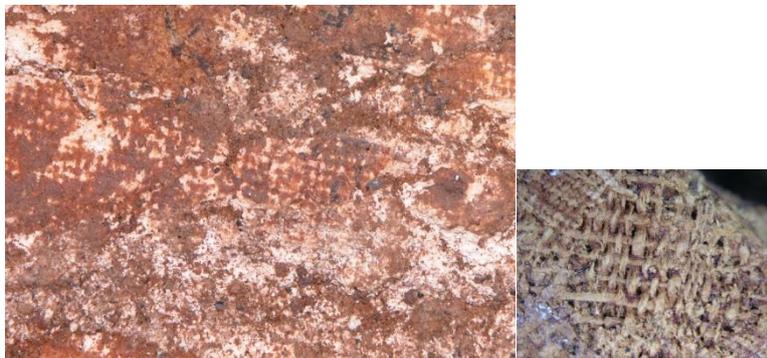


Figure 22 : Empreinte de tissu et échantillon, X80 T16 (Cl. mission 2005)

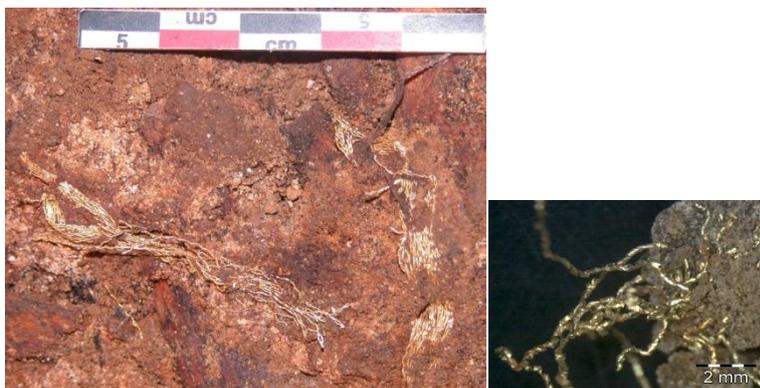


Figure 23 : Fil d'or au contact du squelette 65 et agrandissement, X80 T6 (Cl. mission 2006)



Figure 24 : Paillettes d'ambre X82 T18 (Cl. mission 2005)

Tel qu'il a pu être observé, il devait être réparti sur tous le corps, tête comprise pouvant laisser penser à un masque funéraire, mais la conservation des vestiges est telle qu'on le retrouve pour certains individus que de manière fragmentaire ne couvrant alors qu'une partie du corps (fig. 21).

Le tissu³⁴ est quant à lui présent sous la forme de fragments ou d'empreintes sur le plâtre qui laisse supposer une enveloppe textile souple en lin contraignant les corps enduits de plâtre (fig. 22). Il a été observé la superposition de deux trames, l'une grossière et l'autre plus fine (Castex, Blanchard 2011 : 288).

Des fils d'or³⁵ ont également été mis au jour mais sans disposition particulière à un endroit précis du corps, cependant signalons la présence à deux reprises de plusieurs d'entre eux sur des scapulas (fig. 23).

La répartition des paillettes d'ambre³⁶ et leur association à un individu est particulièrement complexe étant donné la forme prise par le matériau (fig. 24). Les résines ont été identifiées comme de la sandaraque et de l'oliban mais de même que pour l'ambre, il est difficile de l'associer à un individu en particulier.

D'après les différentes observations réalisées lors de la fouille, les corps sont enduits de plâtre puis enveloppés d'un textile et accompagnés de paillette d'ambre et de différentes résines. Cet appareil funéraire est individuel mais au vu de la conservation générale des squelettes, il est parfois complexe de l'associer à un individu précis, au même titre qu'il est également difficile d'estimer si tous les individus en ont bénéficié. En effet, les individus étant englobés dans du corps celui-ci peut appartenir autant à l'individu situé au-dessus qu'à celui situé au-dessous, et en l'absence d'empreintes de tissu, celles-ci étant situées à l'extérieur. Il est à noter également, que la complexité de l'appareil funéraire associé à la superposition des corps et à la décomposition simultanée de ceux-ci, en perturbent la lecture et rendent difficiles l'observation des interrelations osseuses entre les individus.

La présence d'un appareil funéraire élaboré à partir de matériaux rares et onéreux, tels que les fils d'or ou l'ambre de la Baltique, amène à s'interroger sur le statut social des inhumés d'autant que ces pratiques ne sont pas sans rappeler certains procédés de momification.

³⁴ L'étude des tissus a été réalisée par C. Moulhéat (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France).

³⁵ L'étude des fils d'or a été réalisée par M. Lamoliatte (CRP2A).

³⁶ L'ambre a été identifié comme de l'ambre de la Baltique par T. Devièse dans le cadre d'un doctorat en cotutelle à l'université de Pierre et Marie Curie (Devièse et al. 2010 : 115-140).

Lors de crise de mortalité, la nécessité d'enterrer rapidement les morts peut primer sur le soin apporté d'ordinaire à la sépulture, ce qui est en contradiction avec ce qui a été observé au sein des différents ensembles funéraires du secteur central. En effet, le traitement présépulcral observé pour les différents corps nécessite du temps, notamment pour la mise en œuvre du plâtre et l'enveloppement dans un textile.

Un comparatif possible ?

Des dépôts occupant une position centrale au sein de la catacombe de San Callisto et présentant une stratigraphie similaire, c'est-à-dire un ensemble de vestiges osseux séparés par des passes de sédiments, ont été observés par les auteurs de la fouille du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin. Ces observations pourraient renforcer l'hypothèse d'une ou plusieurs crises de mortalité épidémique à Rome aux premiers siècles de notre ère (Castex, Blanchard 2011 : 291 ; Giuliani, Guyon 2011 : 112).

L'analyse de la position de chaque individu et de ses relations avec les autres – juxtaposition ou imbrication – doit permettre de comprendre le fonctionnement de ces tombes issues de crises de surmortalité successives. Sur la base des acquis de ces dernières années nous nous attacherons donc à montrer à quoi correspond une crise de mortalité, comment se présentent des sépultures de crises connues et la manière dont elles sont étudiées, ceci afin de pouvoir comparer les méthodologies et les modes de représentation à celles du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin.

Nous verrons comment, dans ce dernier cas, l'élaboration d'un modèle scientifique tridimensionnel a contribué à apporter des réponses à des questionnements archéo-anthropologiques.

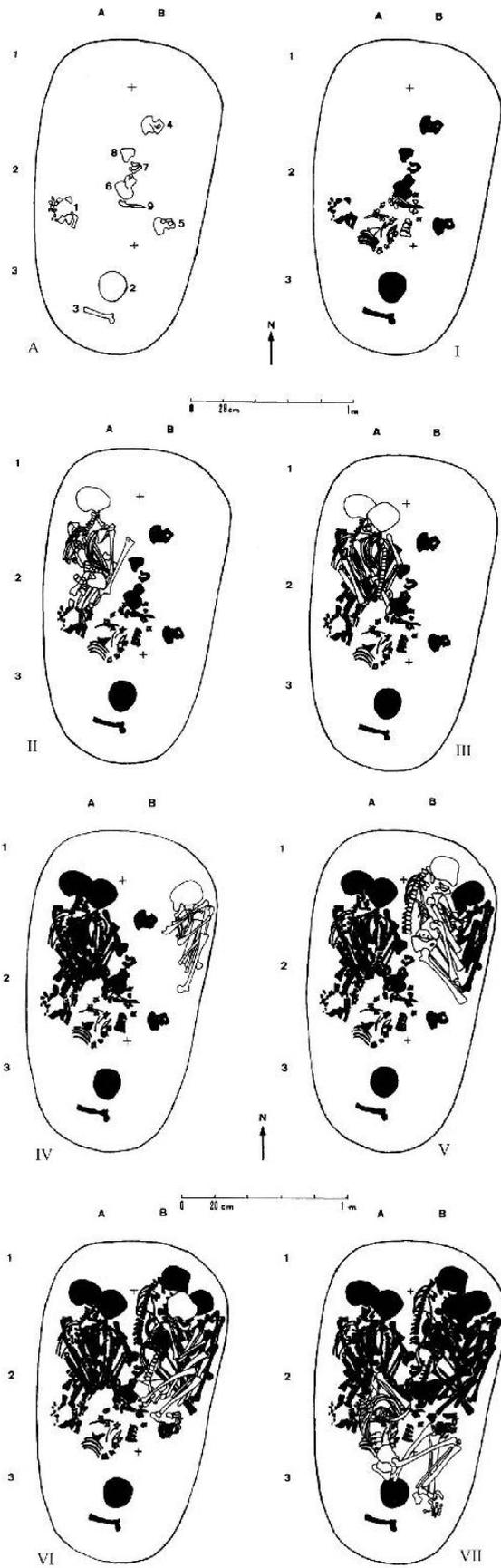


Figure 25 : Sépulture collective de Champ Tortu : chronologie de dépôt des individus 1 à 7 (Bach 1995 : 159).

I.3. Les sépultures plurielles : le cas des sépultures multiples

Comme nous avons pu le voir précédemment, la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin comporte un ensemble de cavités contenant le dépôt de plusieurs milliers d'individus et constituant ainsi plusieurs sépultures multiples. La complexité de ces ensembles rend leur caractérisation mais également leur étude particulièrement difficile. Il nous a semblé primordial d'expliquer ce qu'est une sépulture multiple mais également ce que cela induit en terme de méthodologie pour la fouille mais également pour l'étude.

I.3.1. Les sépultures plurielles : multiple ou collective ?

Au contraire des sépultures individuelles, les sépultures plurielles comportent plusieurs individus, et on en distingue deux types : l'une dit collective et l'autre dit multiple. La distinction entre les deux types de sépultures est liée à la chronologie d'utilisation de la sépulture et celle-ci peut être appréhendée notamment grâce à l'étude taphonomique³⁷ des squelettes, entre autres l'analyse de la répartition spatiale des corps et l'observation des perturbations au sein des dépôts.

I.3.1.1. Les sépultures collectives

Dans le cas des sépultures collectives, il y a décalage dans le temps entre l'introduction de nouveaux individus et la décomposition des individus chronologiquement antérieurs (fig. 25) (Duday 2007 : 15).

Pour ce type de sépulture, les restes en cours de décomposition ou totalement décomposés peuvent faire l'objet d'une réduction pour récréer un espace vide pour accueillir les nouveaux dépôts.

³⁷ Par étude taphonomique, nous nous appuyons sur la définition donnée par H. Duday : « Analyser l'ensemble des processus qui ont affecté les restes humains depuis le dépôt funéraire, qu'il s'agisse de la conservation ou – non conservation- de chaque pièce squelettique ou bien de leur agencement réciproque (Duday 2005 : 164) ».

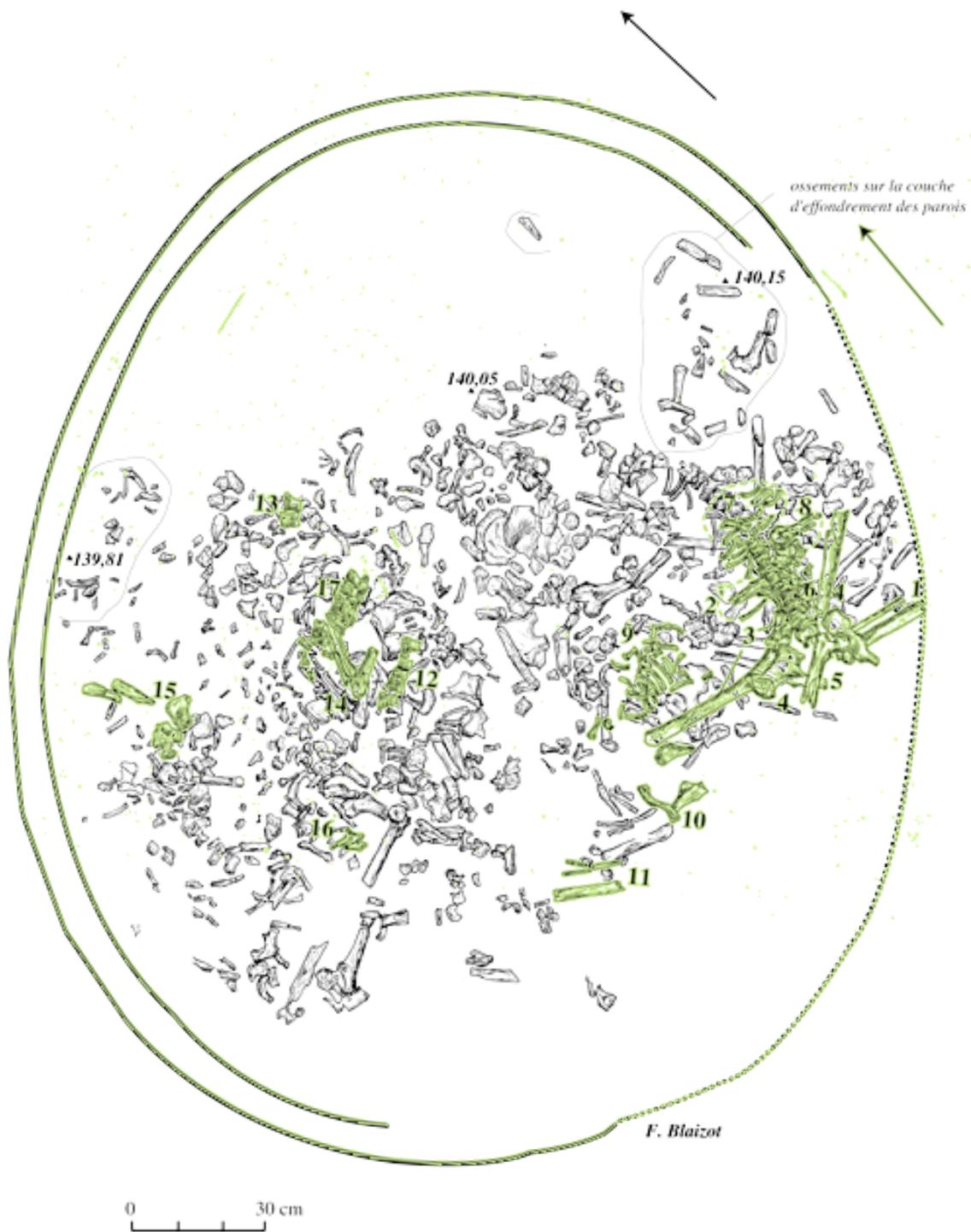


Figure 26 : Relevé planimétrique de la crémation primaire de Reichstett-Mundolsheim, en vert les connexions anatomiques préservées (Blaizot 2005 : 19).

Il est alors possible d'observer une intervention humaine pour réaménager l'espace avec la mise en fagot d'ossements de même dimension ou appartenant au même segment anatomique (Duday 2007 : 18).

Les sépultures collectives appartiennent à des horizons chronologiques et culturels variés et leur période d'utilisation est également très variable.

Le type de traitement réservé au corps est difficilement appréciable au vu des nombreuses manipulations, cependant il est à noter le dépôt d'objets à vocation individuel ou à vocation collectives dans ce type de sépulture notamment pour la période néolithique (Sohn 2005 : 518).

I.3.1.2. Les sépultures multiples

Dans le cas des sépultures multiples, la décomposition à lieu dans un même temps ou dans des temps très proches, la distinction entre les deux n'est pas toujours possible. Les connexions articulaires même labiles sont conservées tout comme les contiguïtés articulaires (Duday, 2007 : 15). Pour ce type de sépulture, on observe peu ou pas de perturbations des individus entre eux, les mouvements des ossements sont principalement liés aux liquides de putréfaction, les ossements, plus particulièrement les os de petite taille, se retrouvent alors verticalisés dans la sépulture. Dans le cas des sépultures multiples, l'inhumation est la pratique funéraire dominante, cependant un cas d'une sépulture multiple à incinération est connu à Reichstett-Mundolsheim-Souffelweyersheim (Bas-Rhin) pour le Néolithique final (fig. 26) (Blaizot 2005 : 17). Les sépultures multiples ne sont pas caractéristiques d'une période chronologique définie mais se retrouvent à toutes les époques. C'est leur fréquence au sein d'un ensemble funéraire qui suscite la discussion autour de ces tombes.

En effet, une mortalité anormale peut se traduire par la présence répétée de sépultures multiples au sein d'une nécropole permettant ainsi de s'interroger sur le phénomène à l'origine de cette surmortalité et les pratiques funéraires employées par la population pour faire face à l'apport de corps.

Nous allons maintenant voir dans quel type de contexte on choisit d'enterrer ensemble les morts et quelles en sont les principales causes connues.



Figure 27 : Sépulture multiple contenant 9 individus, l'origine de la mort et du regroupement est inconnue, fin XVI^e, Nancy 2010 (Cl. P. Toussaint, INRAP)

I.3.2. Une sépulture multiple : une réponse à un besoin ?

I.3.2.1. Des sépultures de catastrophe ? Définition et reconnaissance

Les causes de la mort simultanée de plusieurs individus sont nombreuses, l'origine des sépultures multiples peut donc être tout aussi variée, il peut s'agir par exemple de fait de guerre, de massacre, de famine, d'épidémie ou encore de catastrophe naturelle (fig. 27) (Castex 2007 : 109). Les sépultures multiples sont la réponse apportée par la population vivante face à un phénomène complexe (Castex *et al.* 2008 : 4).

Les vocables utilisés pour désigner ces sépultures multiples sont le reflet de cette diversité, toutefois certains sont plus ou moins connotés et font référence à un événement spécifique tel que le terme de charnier (Duday *et al.* 1990 : 29-50). Le terme le plus souvent employé ces dernières années est celui de sépulture de catastrophe. Le mot *catastrophe* sous-entend un « événement dramatique causant de nombreux morts » mais certains préfèrent éviter ce terme un peu trop sensationnel (Castex *et al.* 2008 : 3).

Les sépultures multiples ne sont en fait que le reflet d'une crise de mortalité liée à un événement que les populations de l'époque, les historiens ou les archéologues ont pu qualifier de catastrophique, toutefois tous les événements supposés catastrophiques n'entraînent pas systématiquement l'inhumation au sein d'une même sépulture. Dans certains cas, il y a une individualisation des corps alors que l'origine de la mort est identique, comme en témoigne la nécropole des Fédons par exemple (Castex *et al.* 2008 : 4)

Face à ces nuances, au développement de l'archéothanatologie³⁸ et à l'utilisation complémentaire des sources (archéologiques, historiques entre autres), les termes employés pour désigner les sépultures multiples ont évolué ces dix dernières années afin de mieux les qualifier.

³⁸ Terme mis au point par H. Duday et B. Boulestin pour caractériser « l'étude des différents aspects biologiques et sociologiques de la mort dans les populations anciennes » (Boulestin, Duday, 2005 : 17-30).



Figure 28 : Sépulture multiple liée à la guerre de 1914-1918, Actiparc, Arras (Cl. Salva)



Figure 29 : Exemple d'un charnier de la peste de 1720 à Marseille, fouille INRAP 2009 (Cl. D. Gliksman, INRAP)

Il est à noter également que la présence d'une sépulture multiple au sein d'un ensemble funéraire peut se révéler anecdotique ou être le reflet d'une véritable crise de mortalité et témoigner ainsi d'une mortalité anormale à un moment de l'histoire d'une population. La distinction s'effectue là en fonction de la fréquence des sépultures multiples, du nombre d'inhumés et au regard des sources (Castex *et al* 2008 : 3).

Il semble alors plus judicieux d'utiliser le terme de sépultures ou cimetière de « crise »³⁹ car il permet de s'interroger autant sur la population victime de la crise que sur l'origine de cette crise, sans pour autant lui attribuer un caractère spectaculaire (Castex *et al.* 2008 : 4).

La variabilité des sépultures multiples est aussi grande que pour les sépultures individuelles et la diversité des pratiques dépend de la gestion faite par les vivants de leur mort et non pas forcément de la nature de la crise. Nous allons donc voir ce qu'implique de faire face à une crise de mortalité pour la population vivante.

I.3.2.2. Faire face aux crises de mortalité

La sépulture multiple est la réponse apportée par la population vivante à un évènement complexe. En effet, elle témoigne d'une volonté d'inhumer ensemble un groupe d'individus. Il peut s'agir de personnes décédées de la même maladie, appartenant à la même famille, au même groupe social ou relevant tout simplement d'une nécessité, voire de tous ces éléments conjointement (fig. 28). Les sépultures répondant à une crise de mortalité prennent différents aspects en fonction du choix opéré par la population et de sa capacité à faire face au nombre de corps. Cependant, la répercussion sur les gestes funéraires n'est pas la même que l'on soit confronté au décès de trois personnes, d'une vingtaine voire d'une centaine et ce, dans des délais très courts.

De surcroît, en fonction de l'origine de ces décès, il faut aussi prendre en compte en cas d'épidémie le risque de propagation de la maladie, qui influence la rapidité avec laquelle va avoir lieu le traitement des corps sous réserve que la population ait connaissance des risques de contagion (fig. 29). De même, le coût généré par l'inhumation simple contrairement à l'inhumation multiple doit influencer le choix des vivants.

³⁹ D'autres auteurs tels que O. Dutour propose le titre de sépulture de masse sur le modèle anglais « mass grave » (Dutour *et al.* 2011 : 209) ce qui implique toutefois une quantité importante d'individus.

Pour la période romaine, il est difficile d'appréhender de quelles manières la société a pu faire face aux crises de mortalité liées aux épidémies, à la guerre, les sources historiques ne relatant peu ou pas ce type d'événements.

L'apport des fouilles archéologiques et de l'anthropologie est donc d'autant plus important dans ce domaine car ces données vont permettre d'appréhender les différentes crises qui ont pu marquer les sociétés anciennes et la manière dont ces dernières les ont gérées.

I.4. Méthodologie d'étude des sépultures multiples

I.4.1. Problématiques et étude des sépultures multiples

Le traitement des sépultures multiples nécessite la mise en place de stratégies de fouille, d'enregistrement et de mode de représentation spécifiques. En effet, l'étude d'un grand nombre d'individus est à la fois une contrainte majeure et revêt en même temps tout l'intérêt de l'analyse menée sur ces ensembles funéraires particuliers. Les problématiques dégagées autour de l'étude d'une ou plusieurs sépultures multiples sont propres à chaque site archéologique. Néanmoins, les problématiques relatives au fonctionnement de la sépulture multiple en elle-même reposent sur l'examen de la chronologie des dépôts et sur l'étude ostéologique des individus.

I.4.1.1. Simultané ou non ?

Afin de démontrer qu'il s'agit bien d'une sépulture multiple, il est essentiel de mettre en évidence que les dépôts sont simultanés ou quasi-simultanés. Il s'agit donc de démontrer que les individus ont été déposés dans les mêmes temps et se sont décomposés conjointement. Seule l'étude de la chronologie relative, de la dislocation des articulations peuvent apporter la preuve de la simultanéité des dépôts, toutefois il est nécessaire que les individus déposés ensembles soient dans une certaine proximité (Duday 2007 : 18).

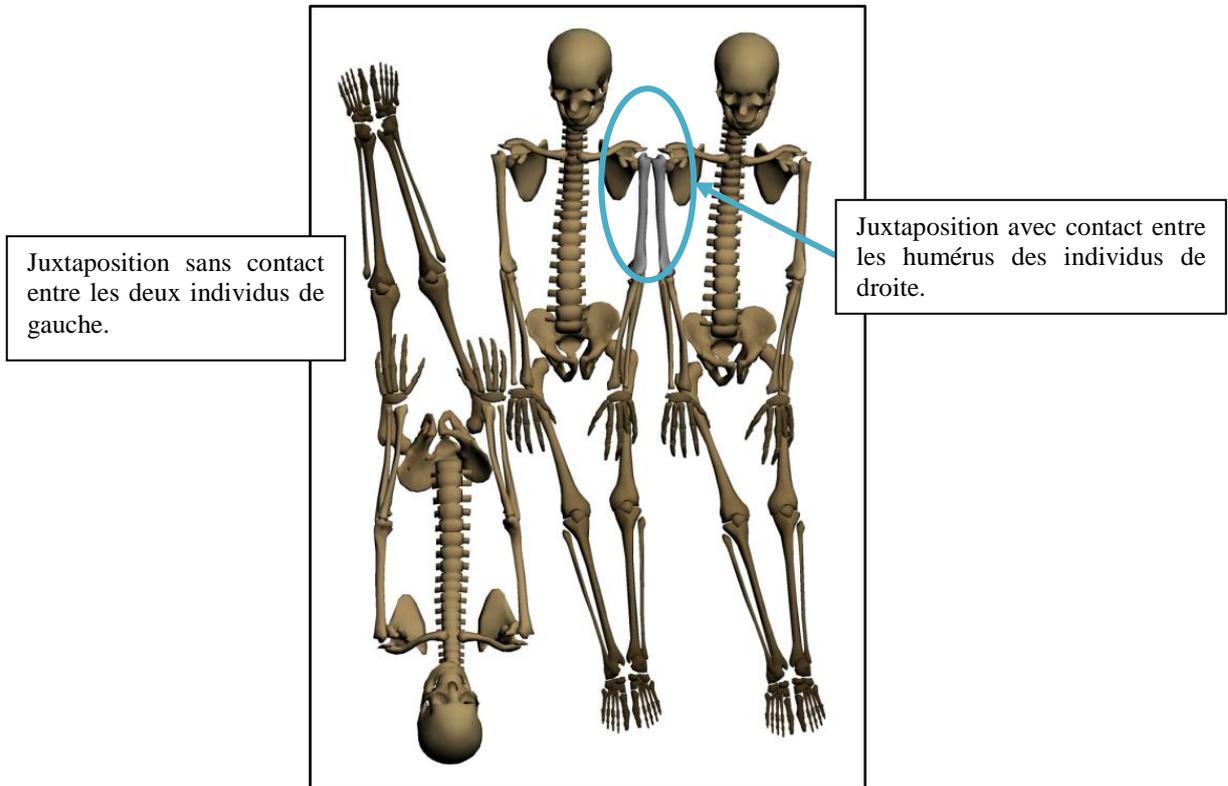


Figure 30 : Représentation théorique d'une relation de juxtaposition (réalisation G.Sachau).

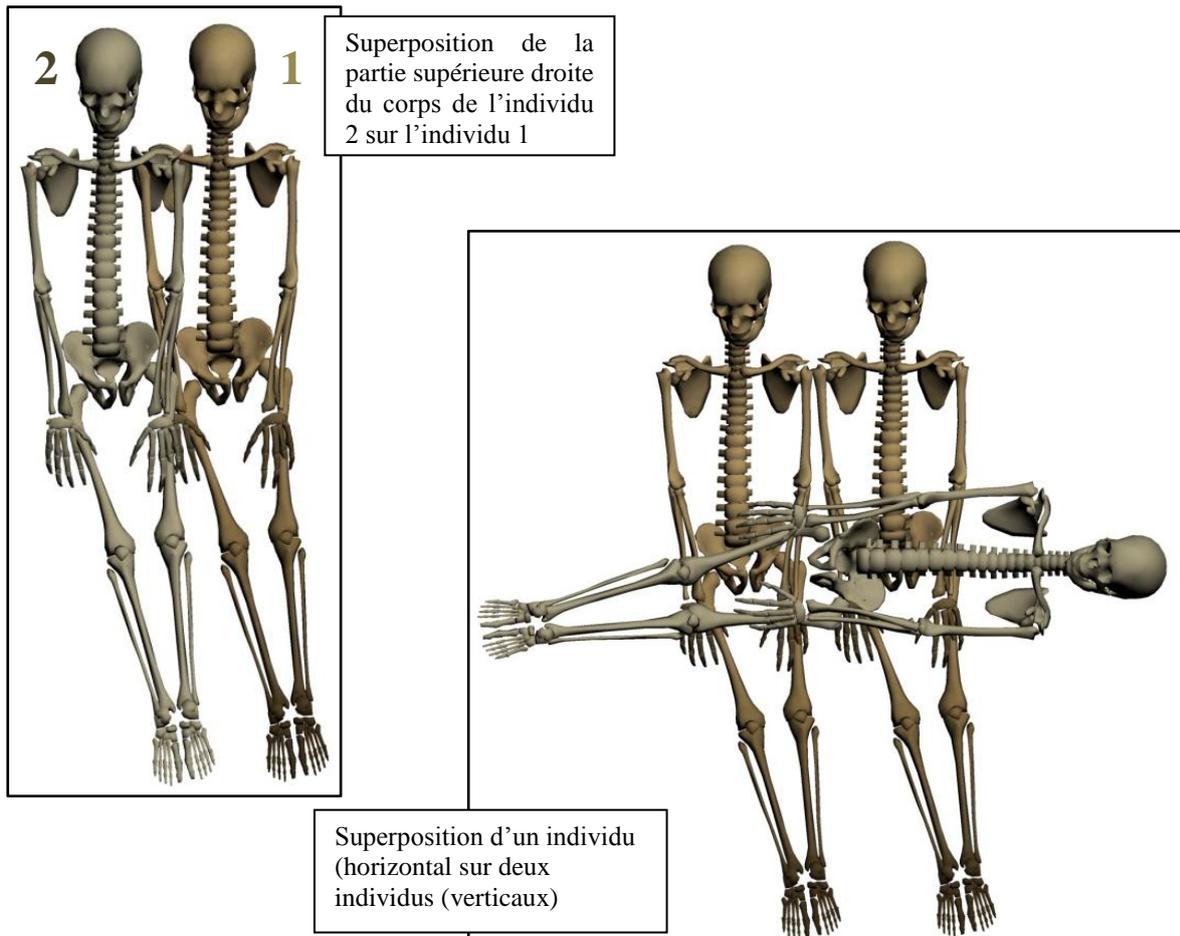


Figure 31 : Représentation théorique d'une superposition (réalisation G.Sachau).

L'observation des juxtapositions, des superpositions et des imbrications des corps est donc essentielle pour déterminer la nature de la sépulture mais également pour comprendre les pratiques funéraires réservées aux individus déposés. L'analyse des dépôts permet de déterminer s'il y a ou non une crise de mortalité, en démontrant la simultanéité des dépôts entre autre, mais ne permet pas de déterminer la nature de la crise.

Seule l'étude biologique peut permettre d'identifier le phénomène à l'origine de la surmortalité. L'étude du recrutement et l'identification de la population constitue également un axe de recherche important pour comprendre qui est inhumé et qui a inhumé.

Indice de simultanéité

Pour la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, les indices de simultanéité sont particulièrement importants puisqu'il n'y a pas de perturbations dans les dépôts et les connexions anatomiques sont maintenues mêmes si elles sont parfois difficiles à observer avec l'appareil funéraire. Les positions relatives des individus sont donc des éléments à discuter tout au long de l'analyse, toutefois nous tenons à préciser ce à quoi ces termes se réfèrent.

La juxtaposition des individus correspond à deux individus côte à côte sans contact ou présentant une zone de contact sans relation de supériorité ou d'infériorité, c'est à dire sans superposition (fig. 30). La juxtaposition ne permet pas d'établir de lien chronologique entre les individus.

La superposition correspond dans le cas le plus simple à un second individu qui vient recouvrir tout ou partiellement un premier individu déposé (fig. 31). Pour qu'il y ait simultanéité des dépôts, le dépôt du deuxième individu ne doit pas perturber le dépôt du premier individu, toutefois des mouvements liés aux liquides de putréfaction ou à l'effondrement de l'abdomen entre autre, peuvent être observés. Bien entendu, plusieurs individus peuvent être superposés sur un individu, et un individu peut recouvrir plusieurs individus. Si les individus sont séparés par une passe de sédiment, les mouvements des individus sont limités, la simultanéité des dépôts entre eux est donc à discuter. La notion de superposition induit une relation d'antériorité ou de postériorité entre les individus, ce qui constitue un apport précieux pour les temps chronologique au sein d'une tombe.

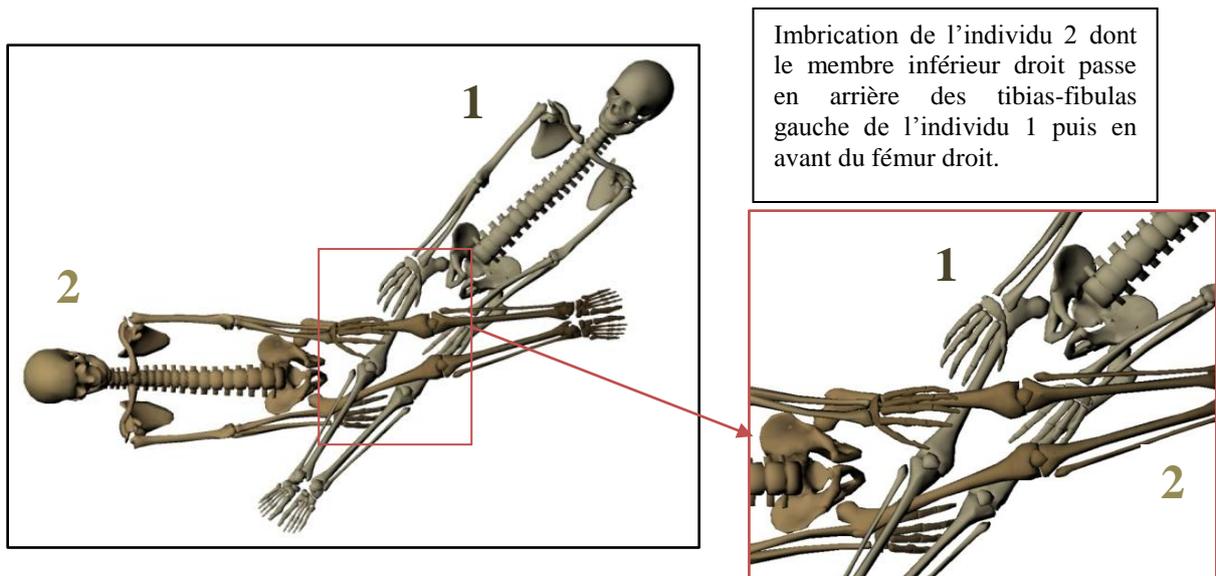


Figure 32 : Représentation théorique d'une imbrication (réalisation G.Sachau).

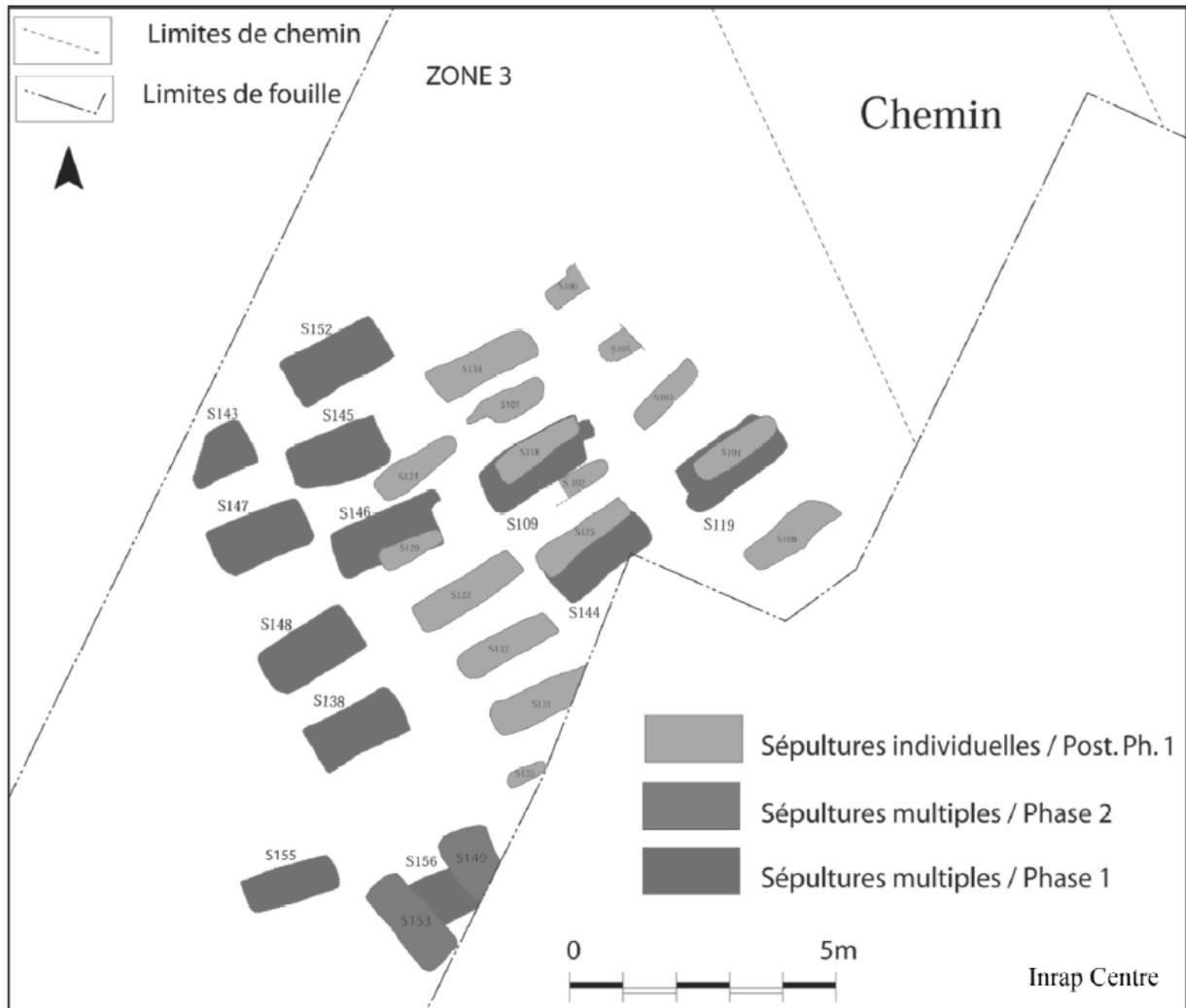


Figure 33 : Répartition des sépultures multiples et individuelles d'Issoudun (Castex *et al.* 2008 : 11)

Les relations d'imbrication sont difficiles à caractériser étant donné les différentes formes que celles-ci peuvent prendre. En effet, l'imbrication peut concerner un ou plusieurs individus et se caractérise par un entremêlement des corps avec le passage dessus et dessous d'au moins une partie du corps (fig.32). Dans la plupart des cas, les connexions anatomiques sont conservées même s'il y a mise en équilibre des ossements, ce qui montre qu'il y a eu un dépôt simultané et donc une décomposition conjointe. L'imbrication est un des arguments majeurs pour mettre en évidence la simultanéité entre le dépôt d'un ou plusieurs individus.

I.4.1.2. Une sépulture multiple pour quelle crise ?

L'identification du type de crise se fait à partir de la conjugaison de plusieurs sources, la première étant les résultats obtenus à partir de l'étude ostéologique, avec la mise en évidence ou non de lésions traumatiques sur les vestiges osseux⁴⁰, de pathologies, de l'étude du recrutement de l'ensemble funéraire comparé avec des profils démographiques d'épidémies connus (Castex 2007 : 109-138). L'ADN bactérien peut aussi être recherché mais cela sous-entend d'avoir suffisamment d'échantillons osseux bien conservés (Drancourt 2007 : 139). L'étude des sources anciennes –recherches historiques et/ou épigraphiques– quand elles existent peuvent également nous renseigner sur la nature de la crise. Ces différents procédés, seuls ou combinés, permettent d'émettre des hypothèses quant à l'origine de la crise.

Sur le site des Fédons par exemple, l'étude du recrutement a permis de mettre en évidence le profil démographique de la peste (Castex 2005 : 46-52).

L'étude des sépultures multiples a évolué ces dernières années avec la découverte dans le contexte préventif d'ensembles funéraires contenant un grand nombre d'individus en connexion, ce qui a nécessité l'adaptation des techniques de fouilles pour répondre à l'enregistrement des informations relatives à la taphonomie au sein d'une structure aussi complexe. Ce fut le cas pour les fosses découvertes à Issoudun en 2002 (fig. 33) (Souquet-Leroy *et al.* 2007: 63).

⁴⁰ Permettant un diagnostic différentiel entre massacre ou fait de guerre et épidémie.



Figure 34 : Vue zénithale de l'ensemble des sépultures multiples d'Issoudun (Blanchard *et al.* 2011, vol.3 : 3)

Bien entendu, le caractère préventif de cette intervention a conditionné les méthodes mises en place en réponse au caractère urgent de la fouille mais ce n'est pas toujours le cas.

Nous allons donc voir de quelle manière les informations recueillies sur le terrain étaient jusqu'alors traitées afin de mettre en évidence et d'analyser la ou les sépultures multiples et les individus qui la (les) compose(nt).

I.4.2. La représentation au cœur de la stratégie de fouille et d'étude

Les méthodes de représentation des sépultures individuelles ou plurielles diffèrent en fonction de la nature du site archéologique et des contraintes auxquelles sont soumis archéologues et anthropologues à commencer par le cadre de l'opération, programmé ou préventif.

L'enregistrement en milieu humide, karstique, entre autres, entraîne des contraintes différentes de celles d'un site de plein air ou soumis à peu de variation climatique. De l'enregistrement sur le terrain dépend la valeur des informations exploitables pour l'analyse et donc de la qualité et de la nature de la représentation de ces ensembles funéraires.

Le traitement peut également différer au niveau de la représentation si celle-ci est destinée à être incluse dans un rapport de fouille ou à faire l'objet de publication, le facteur temps est également essentiel pour la qualité des documents de travail : photographies, relevés, dessin. Dans le cas des sépultures multiples, la représentation des individus au sein de la tombe pose le problème de la lisibilité à cause des relations de proximité existant entre les individus. Nous avons choisi de vous présenter différents types de représentations utilisées dans l'étude de plusieurs sépultures multiples appartenant à deux sites archéologiques significatifs.

I.4.2.1. Les cas d'Issoudun et du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin

Issoudun

Le premier cas que nous allons traiter concerne le site d'Issoudun (Indre) où a été mis au jour quatorze sépultures multiples, comprenant en moyenne de quinze à vingt-trois individus liées à deux crises de surmortalité du XVII^e siècle (fig. 34) (Souquet-Leroy *et al.* 2007 : 63).



Figure 35 : Sépulture multiple 119 (Blanchard *et al.* 2011, vol.2)

Ce site pourrait être qualifié de « cas d'école » au vu de la nature du chantier -intervention dans le cadre d'une opération préventive- et la mise en place d'une méthodologie d'enregistrement (photographies et relevés) particulières liés aux problématiques définies conjointement entre archéologue et anthropologue. Lors de la campagne, les individus ont été dessinés sur papier millimétré et calque afin de faciliter le travail de démontage et d'attribution des ossements.

Pour l'étude, les relevés de terrain ont été mis au propre, les individus sont représentés sous une forme simplifiée⁴¹ pour chaque élément anatomique observé, en vue de dessus avec le contour de la fosse. Les éléments osseux non individualisés ou non retrouvés lors de la fouille ne sont pas représentés. La mise en couleur de chaque individu permet de les individualiser facilement lors de la superposition des dessins, et repérer les individus qui sont les uns sur les autres ou les uns à côté des autres et ainsi observer l'ensemble des relations qui existent entre les individus, leur emplacement et leur gestion par rapport à l'ensemble de la tombe (fig. 35).

La représentation dessin par dessin permet également de différencier les niveaux de dépôts et ainsi de mettre en évidence l'appartenance de chaque individu à une phase chronologique.

Ce mode de représentation des sépultures multiples ne permet pas, sans calcul des altitudes propres à chaque individu, d'identifier quel segment anatomique est sur ou sous un autre par exemple. Il est alors nécessaire de faire appel à une restitution mentale de ces altitudes pour l'étude. La visualisation sous forme de dessin a cependant l'avantage d'être rapide à mettre en œuvre, puisqu'il s'agit de reprendre les relevés effectués sur le terrain sous un logiciel de dessin vectoriel, seul le grand nombre d'individu à traiter représente une difficulté. L'utilisation de ce type de logiciel permet une grande souplesse dans le traitement des données mais également dans le choix du rendu en permettant d'afficher un ou plusieurs niveaux, un ou plusieurs individus en fonction du thème de l'étude.

Une représentation anthropomorphe par niveaux de dépôts a été réalisée pour une tombe sur les quatorze mises au jour, la sépulture 119. Les choix opérés permettent de distinguer le genre des sujets ainsi que la maturation.

⁴¹ Sous la forme de bâton pour les os longs, et celle de courbe fermée ou non pour le crâne ou la mandibule.

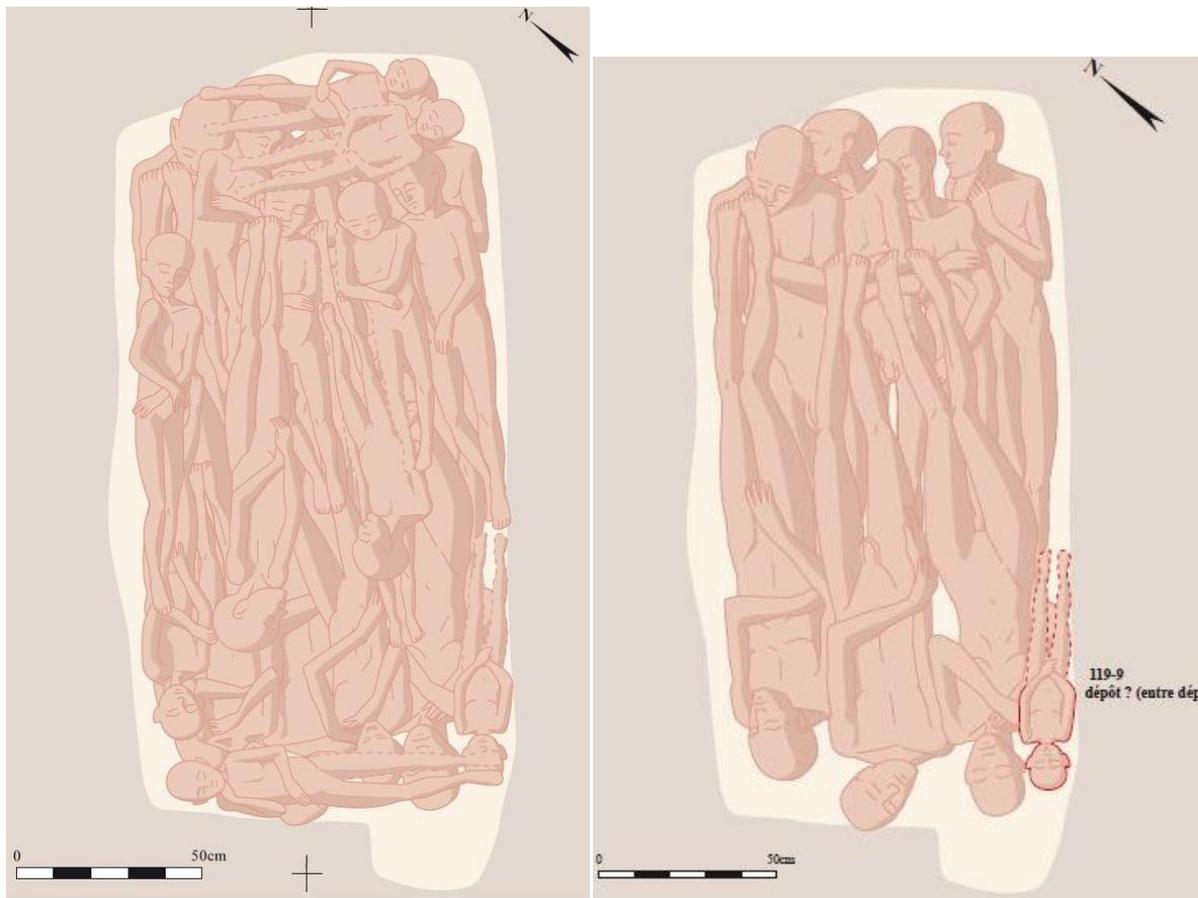


Figure 36 : Représentation anthropomorphe de la sépulture 119, premier et dernier niveaux de dépôts, Issoudun (Castex et al. 2011, vol.2)

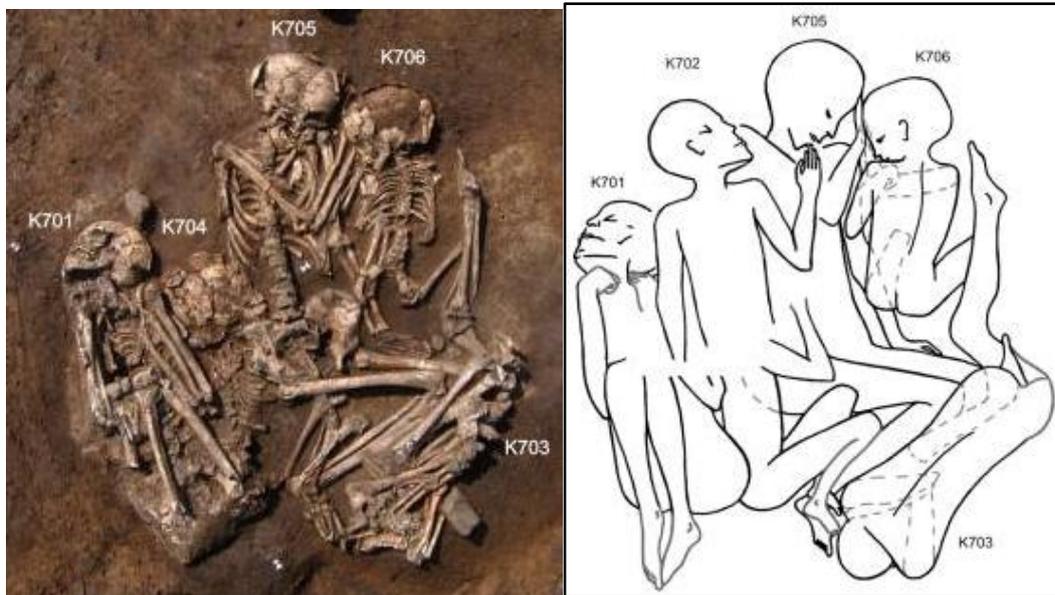


Figure 37 : Vilké Prilépy (Pruchova 2010 : 29)

Les reliefs des corps sont mis en valeur par un jeu d'ombre permettant ainsi de mieux comprendre la gestion des corps et les pointillés sont utilisés ici pour distinguer ce qui est une hypothèse de restitution du positionnement (fig. 36). Dans les restitutions anthropomorphes, les pointillés peuvent également servir à montrer le positionnement des sections anatomiques sous-jacentes du même individu et ainsi permettre une meilleure détermination de sa position lors de la visualisation de l'image (fig.37). C'est le cas avec les illustrations issues du site de Vilké Prilepy (Pruchova, Chroustovsky 2010 : 29-36). Cependant, le nombre restreint d'individus permet de tous les représentés, ce qui n'était pas le cas pour Issoudun, ou en tout cas, pas sur une seule et même illustration. La notion de proximité n'est pas accessible puisque les différences d'altitudes ne peuvent être considérées entre chaque individu.

Ce type de représentation, anthropomorphe, est plus complexe à réaliser puisqu'il faut définir une charte visuelle, c'est à dire la forme des corps utilisés, s'il y a distinction ou non du sexe, de l'âge, le niveau de définition du corps, la couleur, en tenant compte de l'ordre de dépôt des différents individus. Ce type de mise en image permet d'illustrer la gestion des corps mais pour Issoudun dans les deux cas, la notion de profondeur ne peut être visualisée. La superposition des dessins issus des relevés permet de l'appréhender au même titre que la représentation anthropomorphe puisque seuls les individus visibles sont dessinés (Blanchard *et al.* 2011, 1).

La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin

La stratégie mise en place à Issoudun pour l'analyse et le traitement des sépultures multiples a été adaptée pour la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, liés à l'expérience des acteurs de la fouille.

La conservation des vestiges osseux joue dans ce cas précis un rôle important, les photographies ne pouvaient pas être utilisées car les ossements ne se distinguaient que peu ou pas du tout. De même l'environnement de la fouille, le milieu souterrain, humide avec un faible éclairage n'a pas permis d'obtenir dans les premiers temps des documents de travail suffisamment explicites. Le dessin s'est donc révélé dans un premier temps le seul élément permettant une sauvegarde visuelle des informations concernant la position relative des défunts entre eux, le positionnement des corps, de l'appareil funéraire en complément des informations recueillies textuellement.



Figure 38 : Niveau 8 de dépôt de la tombe 18 du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (M. Coquerelle)

Sur le terrain, le système de dessin sur calques superposés sur un repère millimétré a là aussi été mis en place permettant ainsi de suivre démontage après démontage l'attribution des vestiges osseux à un individu. Les relevés d'altitude ont été reportés en même temps. Pour la mise au propre des relevés ce sont les contours des ossements qui sont été utilisés, ce qui permet de visualiser cette fois tous les segments sans difficulté mais les notions de relation entre les individus ne sont toujours pas explicites (fig. 38). D'après le dessin il est difficile de mettre en évidence quel individu est au-dessus ou en-dessous d'un autre et ce, malgré la mise en place d'une sémiologie précise telle que l'utilisation d'une couleur différente pour chaque individu. L'information, qui nous permet alors d'identifier la chronologie des dépôts, nous échappe sur le dessin et la représentation mentale joue alors un rôle essentiel dans la compréhension de la gestion des corps.

I.4.2.2. Bilan sur les différents types de représentation des sépultures multiples :

La documentation recueillie sur la fouille est essentielle à la compréhension de l'ensemble et à sa caractérisation mais elle ne peut être exploitée seule, les enregistrements d'unité stratigraphique et les relevés constituent tout autant d'informations essentiels à ne pas négliger. La nature de l'opération conditionne le recueil des informations puisque cette étape est particulièrement chronophage mais indispensable à la compréhension de l'ensemble fouillé, les choix opérés sont donc dépendants de l'urgence dans laquelle se déroule la fouille.

En ce qui concerne les types de représentations utilisés et ce quel que soit le logiciel de dessin choisi, aussi performant soit-il, se pose toujours la question de la notion de profondeur, de différence d'altitudes entre les individus et entre les articulations de ces individus, ce qui joue un rôle primordial dans l'identification du type de sépulture multiple ou collective et dans la compréhension de la gestion mortuaire. De plus, le dessin, quels que soient sa technicité et son degré de précision, nécessite pour chaque changement de point de vue de redessiner l'ensemble des individus, ce qui est une technique chronophage. Nous verrons par la suite quelles solutions peuvent s'offrir à l'archéologue et à l'anthropologue dans le cas des sépultures multiples où la compréhension de l'ensemble funéraire est complexe en raison du nombre d'individus concernés.

Synthèse

Les ensembles funéraires romains prennent différentes formes tout au long des premiers siècles de notre ère afin de répondre aux besoins d'une ville en pleine expansion et au passage d'une pratique funéraire à l'autre : de l'incinération à l'inhumation. Les catacombes voient leur développement autour du III^e siècle afin de répondre à un besoin et une volonté de la population d'inhumer ces morts. Le développement des hypogées est probablement l'élément fondateur de ces catacombes et le christianisme contribuera par l'ensemble de ces préceptes au développement de ces ensembles funéraires singuliers à l'iconographie riche. La catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin avec son secteur central si particulier dans l'organisation des vestiges mis au jour, pose la question d'une origine plus précoce de la catacombe au I^{er} s. ap. J.-C. En effet, celui-ci se révèle l'adaptation d'une société face à une crise de mortalité, phénomène épisodique mais dont la gravité nécessite de prendre en charge un nombre important de cadavres avec la création de sépultures multiples. La compréhension de ces ensembles funéraires est primordiale pour l'appréhension de la gestion des corps en contexte vraisemblablement épidémique à Rome aux premiers siècles de notre ère. D'un point de vue méthodologique la présence d'un si grand nombre d'individus est contraignant et a justifié de mettre en place une stratégie particulière de fouille et d'enregistrement proche de celle d'Issoudun. Les dessins, dans un environnement où la qualité des photographies ne peut suffire, sont rendus essentiels à l'étude de ces ensembles funéraires. Le développement de nouvelles techniques de visualisation a là un rôle important à jouer pour répondre aux problématiques de terrain. La distinction entre sépulture collective et sépulture multiple s'effectue à partir de la durée d'utilisation et de la continuité chronologique ou non des dépôts, déterminé d'après l'étude taphonomique des restes mais également d'après l'étude du recrutement. La distinction entre ces deux types de sépultures est tenu constituant l'élément clé dans l'interprétation des vestiges.

Nous allons aborder dans quelle mesure l'essor des nouvelles technologies appliquées à l'archéologie et à l'anthropologie a permis de renouveler les questionnements de ces sites à la stratification complexe.

II. La modélisation 3D concept et application - 95 -

II.1. Les techniques d'acquisition et de modélisation : état de l'art - 95 -

II.1.1. Les concepts du numérique	- 97 -
II.1.1.1. Les processus de création d'une scène numérique.....	- 97 -
II.1.1.2. La restitution.....	- 99 -
II.1.2. Les techniques de création de scène numérique tridimensionnelle en archéologie et en anthropologie.....	- 101 -
II.1.2.1. Les laser-scan	- 101 -
II.1.2.2. La photogrammétrie.....	- 105 -
II.1.2.3. La modélisation	- 107 -
II.1.2.4. Les techniques issues de l'imagerie médicale.....	- 107 -

II.2. Modélisation du secteur central : données et principe- 111 -

II.2.1. Les données sur la catacombe	- 111 -
II.2.1.1. Les relevés	- 111 -
II.2.1.2. Apport de la documentation complémentaire	- 113 -
II.2.1.3. La conservation des squelettes.....	- 115 -
II.2.2. Sélection des tombes de la catacombe à modéliser	- 117 -
II.2.2.1. Choix des ensembles à modéliser	- 117 -
II.2.2.2. Modélisation de l'espace funéraire à l'aide de la photogrammétrie multi-images	- 121 -
II.2.2.3. Interaction individu/espace funéraire.....	- 125 -

II.3. Méthodologie mise en place pour la modélisation de la tombe 18 et de la tombe 16- 129

-

II.3.1. Expérimentation sur la T18.....	- 129 -
II.3.1.1. Acquisition des coordonnées	- 129 -
II.3.1.2. Choix des objets de modélisation	- 137 -
II.3.1.3. De la 2D à la 3D : du squelette relevé au corps en volume	- 145 -
II.3.1.4. Choix de la représentation : code colorimétrique	- 159 -
II.3.1.5. Extension à la T16	- 165 -
II.3.2. Modélisation du squelette à l'individu.....	- 167 -
II.3.2.1. Contenu des scènes 3D des tombes 16 et 18.....	- 167 -
II.3.2.2. Les limites de la constitution des scènes 3D.....	- 171 -

**Deuxième partie : Modèle scientifique, modélisation
tridimensionnelle, quels enjeux ?**



Figure 39 : Modélisation du buste d'Amenhotep, scanner laser (Archéovision 2010).



Figure 40 : Modélisation d'une momie de Saqqarah, d'après scanner volumique (Ordureau 2007 : 41)

II. La modélisation 3D concept et application

L'essor des nouveaux outils informatiques ces vingt dernières années ont permis de renouveler les méthodes de représentation des sites archéologiques et des gisements anthropologiques en proposant de nouveaux outils de visualisation et d'études orientés vers la recherche. Le développement de logiciel de modélisation tridimensionnelle, quel que soit le principe d'acquisition des données, a modifié considérablement la nature et la quantité d'informations recueillies par les archéologues et les anthropologues tout en contribuant à enrichir les processus de réflexion.

Nous avons souhaité vous présenter les techniques les plus pertinentes dans chaque discipline afin de constituer un éventail de possibilité et non un inventaire exhaustif des techniques disponibles et ainsi préciser la démarche dans laquelle ce travail s'inscrit.

II.1. Les techniques d'acquisition et de modélisation : état de l'art

Plusieurs techniques permettent de produire des images tridimensionnelles : à l'aide d'outils tels que les Lasers-Scan, il s'agit alors d'une technique d'acquisition 3D ; ou de logiciel par le travail sur des images, il s'agit de la modélisation 3D.

Les techniques d'acquisition 3D permettent l'acquisition de la surface : photogrammétrie, Laser-Scan⁴² et pour certaines d'entre elles, de l'architecture interne avec l'imagerie médicale : CT-scan, radiographie EOS (fig. 39 et 40).

Les techniques d'acquisition et de modélisation tridimensionnelles employées sont tributaires du matériel disponible, de sa conservation, de sa qualité, et dépendent également de l'information recherchée ou de la problématique posée. La dimension de l'objet d'étude conditionne la technique utilisée, on ne traitera pas de la même manière un temple monumental qu'un os du carpe ou du tarse.

⁴²Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation qui correspond à une amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement.

Acquisition	Balayage Laser 3D	Photogrammétrie
Restitution	Nuage de points	Assemblage des photographies Nuage de points
Modélisation 3D	Maillage automatique Textures	Maillage Textures

Modèle 3D

Figure 41 : Modèle opératoire de l'acquisition au modèle 3D.

II.1.1. Les concepts du numérique

L'émergence de nouvelles technologies dans le domaine de la recherche scientifique a permis le développement de nouveaux axes de recherches par le biais de nouveaux outils informatiques. Aucun vocabulaire spécifique n'a pour l'instant été mis en place dans le domaine archéologique et anthropologique pour désigner les productions issues de ces nouveaux procédés bien que quelques termes se détachent, issus du domaine de l'ingénierie. Il nous a semblé essentiel, dans un premier temps, de revenir sur les concepts clés du « numérique » dans le but de clarifier les enjeux de cette démarche que ce soit dans le domaine de l'archéologie ou de l'anthropologie.

II.1.1.1. Les processus de création d'une scène numérique

L'acquisition constitue une des premières étapes de la création d'un modèle numérique, elle consiste à obtenir des données tridimensionnelles, par l'emploi de différentes techniques en vue de les traiter par ordinateur (fig. 41). L'acquisition concerne donc le recueil de l'ensemble des données 3D utiles à la modélisation et représente un maillon de la chaîne opératoire aboutissant à la scène 3D. Les différents dispositifs d'acquisition 3D permettent de générer directement des modèles numériques ou nécessitent pour certains l'utilisation de logiciel afin de retranscrire visuellement les données recueillies en trois dimensions.

La numérisation est une technique d'acquisition dont le procédé permet la construction d'une représentation en données traitables par ordinateur d'un objet du monde réel, autant 2D que 3D, par leur conversion chiffrée. Elle permet d'obtenir des documents numériques à partir de données analogiques, sur support papier ou autre, tels que les relevés, les photographies qui se trouvent ainsi visualisables sur ordinateur sous la forme d'image numérique.

Dans le cadre d'objet dont la numérisation est tridimensionnelle, le fichier ainsi généré est appelé « modèle numérique 3D » de l'objet numérisé. La numérisation peut être réalisée par un scanner laser, par exemple, qui va générer un nuage de points traités par des logiciels dédiés. Dans le cadre de nos travaux, le terme de numérisation employé seul concerne la numérisation des plans ou des relevés à l'aide d'un scanner à plat, le terme de numérisation 3D étant réservé aux objets réels en trois dimensions, tels que la catacombe.

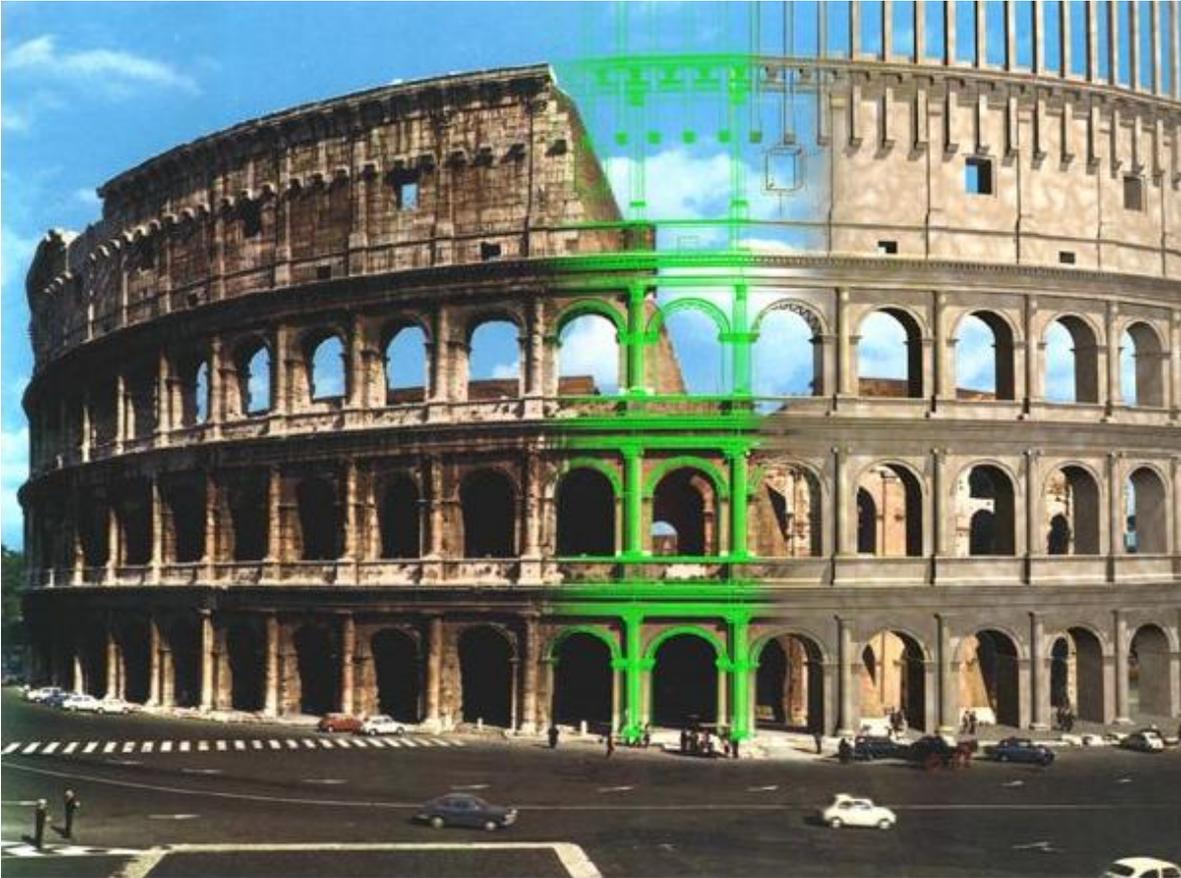


Figure 42 : Colisée avec distinction de la structure manquante restituée (D. Desfougères, F. Tourniquet, C. Jadot 1994, CIREVE, université Caen).



Figure 43 : Cluny et la basilique de Cluny insérée dans le paysage actuel, réalité augmentée à droite (Père 2007 : 62)

La phase de modélisation peut suivre celle de l'acquisition ou être indépendante, selon son objectif et les moyens utilisés, la modélisation est dite mathématique, géométrique, 3D, mécanique. La modélisation 3D est un cas particulier qui consiste à produire un modèle d'un objet réel qui reproduit sa taille, sa forme, sa couleur, ou autres de ses caractéristiques en fonction des besoins à partir de données issues d'une acquisition 3D ou à partir d'images. Le terme de modélisation désigne tout autant le processus permettant de créer un modèle tridimensionnel que le modèle tridimensionnel en lui-même.

II.1.1.2. La restitution

La restitution concerne la reconstitution d'un édifice, d'un site archéologique, d'un fait archéologique à un instant t de sa chronologie, à partir de vestiges conservés ou d'après le corpus scientifique constitué lorsque tout est détruit. Plusieurs niveaux de lecture peuvent être proposés pour les restitutions en fonction du discernement possible entre part restituée et part existante (ce qui est conservé) (fig. 42). Le terme de restitution et ces dérivés tels qu'employé dans nos travaux concerne la restitution numérique, c'est-à-dire la restitution, grâce aux outils informatiques, de vestiges tout ou partiellement détruits.

La réalité virtuelle consiste en l'immersion dans un univers créé ou recréé à partir de la diffusion d'images de synthèses d'espaces réels, ayant existés ou inexistantes. Les images de synthèses sont des images entièrement numériques, créées par ordinateur, constituées d'éléments existants ou non, réalistes ou non (fig.43).

La réalité augmentée se différencie de la réalité virtuelle car il s'agit de l'intégration au sein d'une image ou d'une vidéo d'objets synthétiques, c'est-à-dire d'objets réels ou non sous leur forme de modèle numérique, et non pas d'un environnement complet numérique.

Le modèle scientifique est constitué d'un ensemble de modèles numériques 3D, qui correspond aux objets modélisés-vestiges conservés, hypothétiques- ayant traits à une même restitution d'un fait archéologique ou d'un site basé sur une bibliographie scientifique (Vergniew 2003 : 15). La scène numérique 3D se compose des mêmes éléments que le modèle scientifique mais le terme de scène permet de se détacher de l'idée de réductionnisme parfois inexact propre au terme modèle. Elle conserve, bien entendu, le qualitatif de scientifique puisqu'elle est établie d'après un corpus défini mais nous avons choisi de ne pas l'employer systématiquement afin de simplifier nos propos.

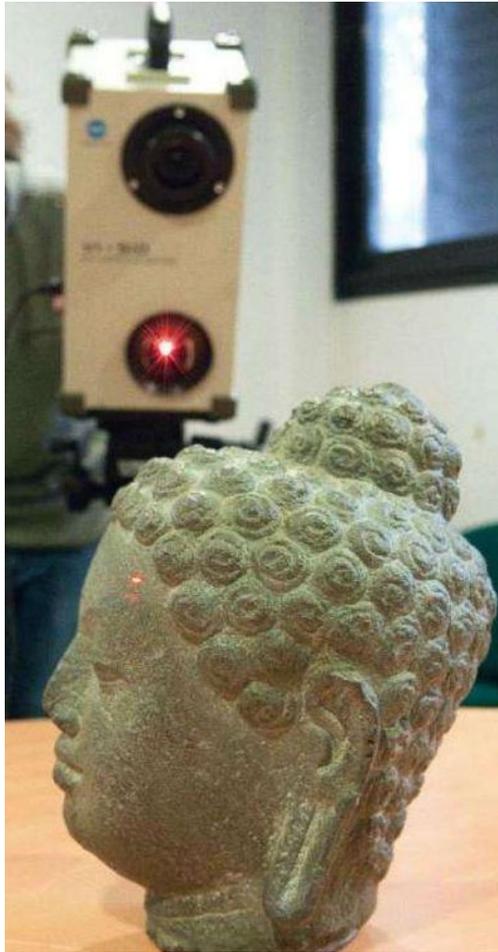


Figure 44 : Numérisation par scanner à balayage d'une sculpture (Archéovision 2011)



Figure 45 : Scanner palpable (Rivière 2007 : 96)

Dans le cadre de notre étude, nous privilégierons l'emploi des termes « scène numérique 3D » ou « scène 3D » pour désigner la restitution des vestiges. Les termes de « modèle numérique scientifique » ou « modèle numérique » se rapporteront uniquement aux objets modélisés afin d'en simplifier la lecture.

II.1.2. Les techniques de création de scène numérique tridimensionnelle en archéologie et en anthropologie

En archéologie, le modèle ou la scène tridimensionnels permettent de représenter ce qui est conservé, mais également des états aujourd'hui disparus et de tester les hypothèses de restitution facilitant ainsi le dialogue entre chercheurs : archéologue, historien, architecte et ingénieur entre autres. L'utilisation des outils tridimensionnels en anthropologie biologique concerne des objets différents de l'archéologie, la structure interne des os étant tout aussi riche d'informations que la structure externe. Les outils sont donc le plus souvent issus de l'imagerie médicale car ils sont adaptés à la préservation de l'intégrité des ossements. A l'heure actuelle, les recherches appuyées sur des modèles 3D sont principalement orientées vers l'étude pathologique ou vers l'étude des hominidés fossiles.

La création de scène 3D peut se faire de plusieurs manières différentes, par l'acquisition directe de données tridimensionnelles, c'est-à-dire au minimum des coordonnées en X, Y et Z par le biais de la numérisation, scanner laser, CT scan par exemple et par la modélisation tridimensionnelle, c'est-à-dire la création d'un modèle numérique réalisée directement à partir de relevés ou d'images rectifiées, ou encore par la photogrammétrie (Rivière *et al.* 2008 : 95). Nous avons choisi de vous présenter les principales techniques utilisées dans le domaine de l'archéologie et de l'anthropologie biologique que ce soit en France ou à l'étranger.

II.1.2.1. Les laser-scan

Les scanners laser ou Laser-Scan tridimensionnels peuvent se présenter sous différentes formes : avec contact ou sans contact, fixe, à bras ou manuel (fig. 44). Dans le cas du scanner palpable, l'acquisition se fait par une pointe située sur un bras mécanique manipulé par l'utilisateur qui vient au contact de l'élément à modéliser (fig.45).

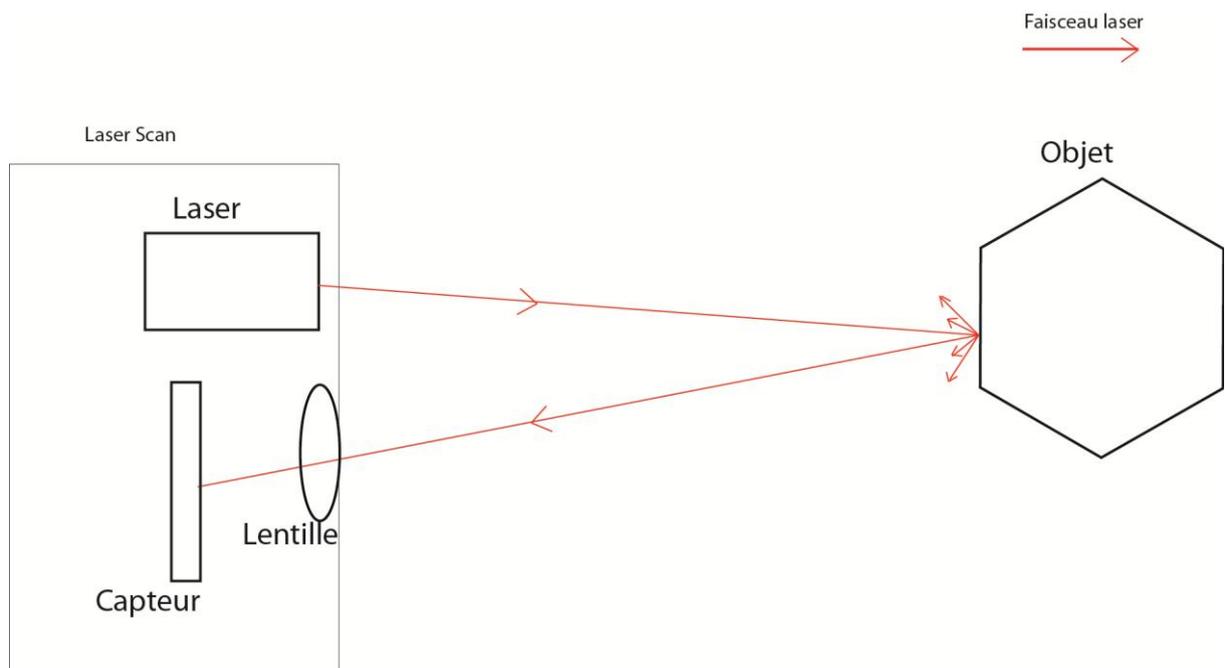


Figure 46 : Principe général du scanner laser à balayage (d'après Luca 2008 : 17).



Figure 47 : Exemple de nuage de points avec et sans couleur (Alby 2006 : 92).

Il est nécessaire de mettre autant de fois en contact le laser et l'objet que l'on souhaite obtenir de points tridimensionnels.

Les autres formes du Laser-Scan fonctionnent sur le principe d'un balayage optique avec une source de lumière au laser qui permet la production d'un nuage de points tridimensionnels (fig. 46). C'est-à-dire qu'un point ou une ligne laser est projeté sur l'objet à numériser et un capteur mesure la distance par rapport à la surface grâce au calcul de la vitesse de réflexion. Chaque point échantillonné est référencé dans un système de coordonnées grâce à la triangulation et apparaît sous forme de coordonnées X, Y et Z, l'ensemble de ces points forme un nuage qui sera ensuite traité informatiquement.

Le développement de la technologie conduit à l'allègement du matériel utilisé et permet ainsi une manipulation à la main. L'utilisateur pointe directement le laser sur la surface à numériser, bénéficiant ainsi d'un plus grand degré de liberté, facilitant aussi l'enregistrement des informations non visible en vue direct -creux, faille par exemple- (Alby 2006 : 79). La position du scanner à main est mesurée en même temps que la position de l'objet scanné.

Certains capteurs permettent l'acquisition de la couleur par la valeur de réflectance⁴³ et de la texture, pour un rendu point par point plus réaliste mais ces procédés allongent le temps de capture (fig. 47).

Les inconvénients liés à l'utilisation des scanners 3D sont ceux des systèmes optiques, c'est-à-dire ceux liés à la réflexion de la lumière sur des surfaces trop brillantes ou encore à la transparence des surfaces telles que le verre, ou à l'accessibilité.

La modification du positionnement du scanner pour les scanners dit fixes entraîne la création de bruit liée à une distorsion dans la prise des coordonnées.

L'avantage de cette technique est la précision avec laquelle les données tridimensionnelles sont acquises, toutefois le temps d'acquisition est un corollaire de la précision souhaitée et de la taille de l'objet dont dépend également le temps de traitement. Plus le nuage de points est dense, plus le traitement qui en découle est complexe et lourd à traiter. De surcroît, le coût d'achat et de revient de l'utilisation d'un scanner 3D reste important. Tous les objets ne peuvent donc être numérisés à l'aide d'un scanner tridimensionnel, dans le cadre de l'archéologie, il s'agit pour la plupart de pièce de mobilier, de statue ou encore de bâtiment de faible taille et à la géométrie simple comme le sphinx de Naxos⁴⁴.

⁴³ Pouvoir réflecteur d'une surface.

⁴⁴ La numérisation du sphinx de Naxos a été réalisée par la plate-forme 3D d'Ausonius, UPS SHS 3D, 3551.

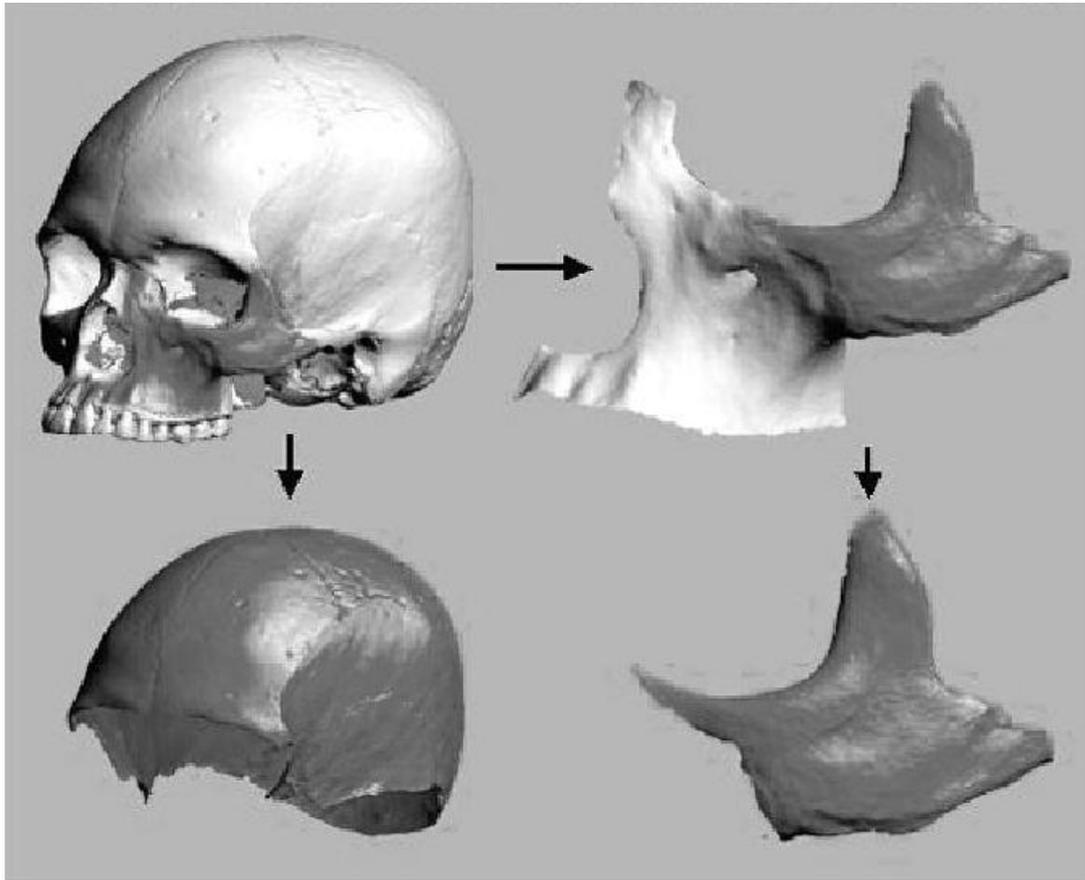


Figure 48 : Exemple d'acquisition surfacique d'un crâne (Friess *et al.* 2002 : 33).

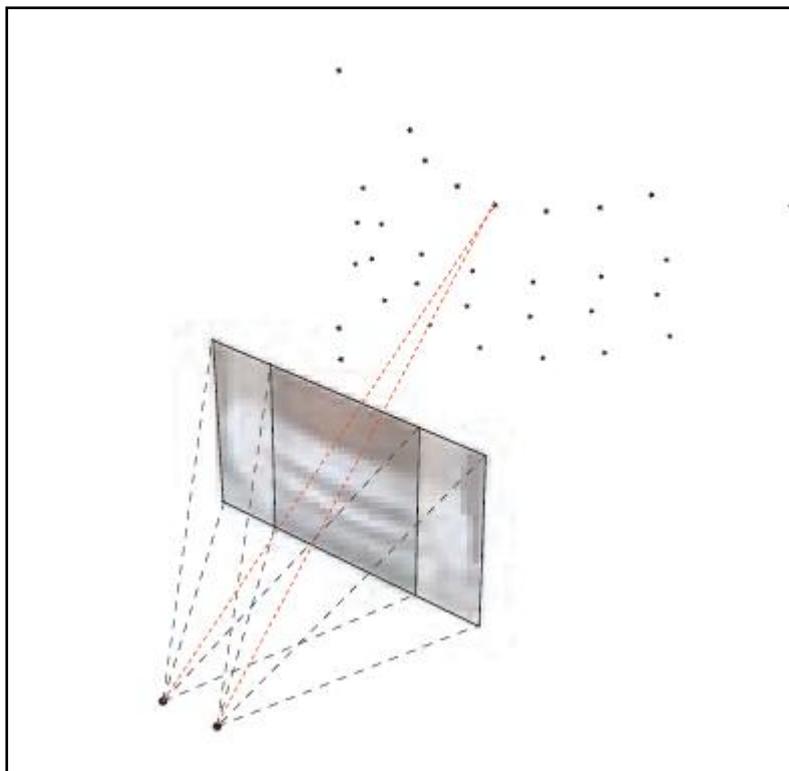


Figure 49 : Principe de la photogrammétrie à partir d'un couple d'image (Luca 2008 : 42).

La numérisation 3D d'un monument entier est particulièrement chronophage autant durant la phase d'acquisition que lors du traitement des données 3D recueillies.

Dans le cadre de l'anthropologie le scanner laser ou Laser-Scan est utilisé pour l'acquisition surfacique des os (fig. 48). Les contraintes sont les mêmes en archéologie et en anthropologie, seul l'objet change, notamment la taille des objets à étudier, qui plus réduite, permet de privilégier pour l'acquisition 3D le scanner laser à main, sur bras mécanique ou palpable.

La précision peut également être accrue puisque l'acquisition 3D ne concerne souvent qu'un seul ossement (Friess *et al.* 2002 :33).

II.1.2.2. La photogrammétrie

Une autre technique d'acquisition tridimensionnelle employée principalement en archéologie est la photogrammétrie. Le principe repose sur la prise de photographies dont au moins une zone est commune, l'association de l'ensemble des photographies permet de générer un nuage de points en trois dimensions. La photogrammétrie multi-images est basée sur un traitement semi-automatisé des clichés (fig. 49).

La position de chaque image est déterminée par la voisine grâce à l'ajustement des faisceaux respectifs de chaque prise de vue. La distorsion des prises de vue est corrigée afin d'obtenir des résultats métriques. Une fois le modèle tridimensionnel obtenu, il est possible de projeter les fichiers pour en constituer la surface, ce qui permet un rendu réaliste des couleurs et de la texture. (Fuchs 2006 : 48)

Cette technique a été employée pour restituer les peintures murales de la chapelle de l'ancien logis abbatial de Moissac du XII^e siècle⁴⁵ ou encore dans le cadre d'étude architecturale comme pour le château d'eau du Peyrou⁴⁶ et pour l'archéologie sous-marine pour la fouille de l'épave étrusque Grand Ribaud F au large de Giens. (Drap *et al.* 2005 : 22).

Les contraintes liées à l'emploi de la photogrammétrie sont l'éclairage de la zone à modéliser et l'appréciation des courbes. Un éclairage uniforme est nécessaire pour pouvoir réunir les images et conserver une concordance des couleurs et des textures.

⁴⁵ Aurélie Mounier, thèse de doctorat 2006 IRAMAT – CRPAA, université de Bordeaux 3.

⁴⁶ Alain Fuchs, thèse de doctorat 2006, université de Nancy 1.

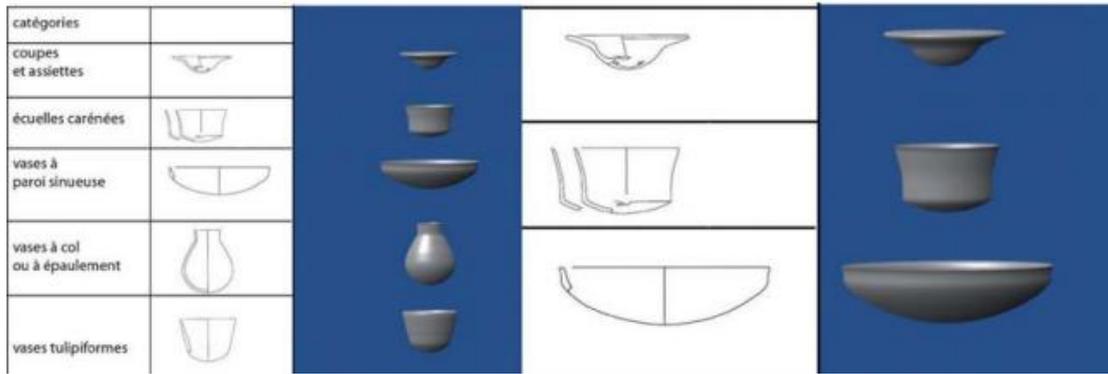


Figure 50 : Modèles 3D réalisés à partir de dessin en coupe de céramique néolithique (Briand *et al.* 2008 : 33)

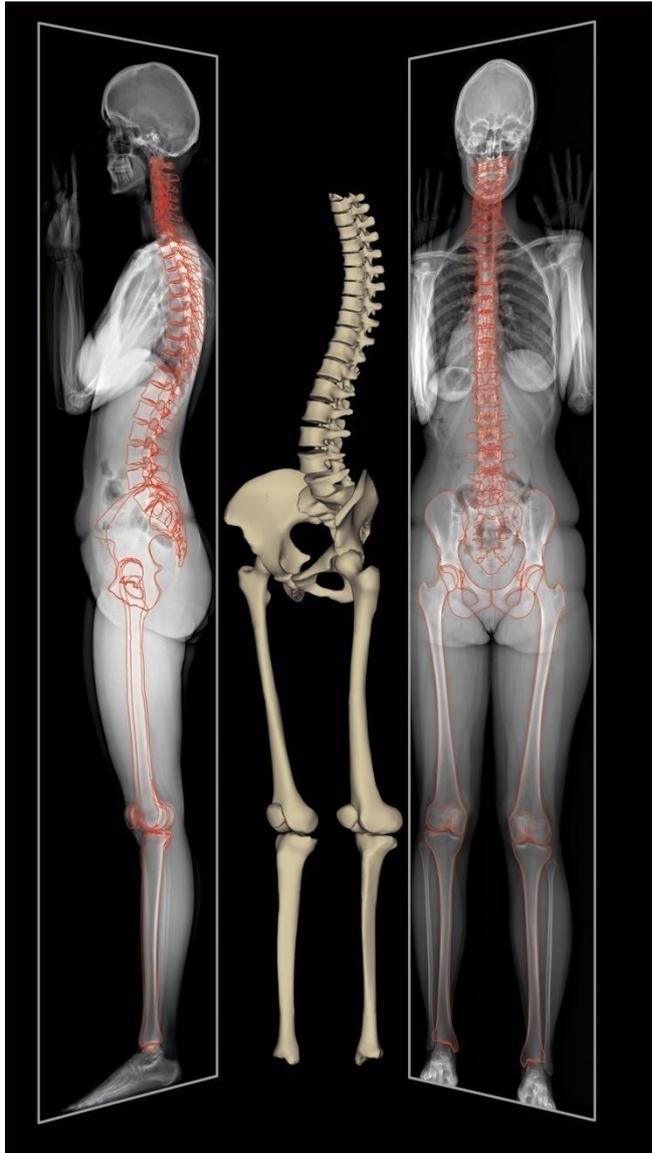


Figure 51 : Modèle 3D obtenu à partir de deux radiographies, technologie EOS® (EOS®)

La photogrammétrie présente l'avantage par rapport au Laser-Scan d'avoir une meilleure délimitation des volumes et des creux dont la visualisation est possible sur le nuage de points alors que le traitement des creux pour le Laser-Scan se présente sous la forme d'une absence de point.

II.1.2.3. La modélisation

Une autre des techniques employées pour établir un modèle numérique tridimensionnel est la modélisation à partir de relevés, de photographies à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D ou modeleur 3D. La modélisation est opérée à partir de la déformation de forme géométrique connue et reconnue sur les relevés ou par la création d'un maillage point par point. Cette technique est tributaire de la qualité de la documentation fournie. Elle s'applique aussi bien à la modélisation d'édifices que d'objets et bien que différente dans la technique d'acquisition des coordonnées, la précision des mesures effectuées sur l'objet à modéliser est du même ordre que les techniques précédemment décrites. Cette technique est également employée en complément du traitement pour les nuages de points obtenus par Laser-Scan ou photogrammétrie et notamment pour l'application des textures.

La modélisation tridimensionnelle a l'avantage de faciliter le travail sur les objets à distance et a de nombreuses applications dans le domaine archéologique. On peut par exemple citer les travaux sur les céramiques du néolithique ; une typologie a été établie d'après les planches de dessin d'objets archéologiques à la base de la modélisation (fig.50) (Briand *et al.* 2008 : 33). Il en est de même pour des sites comme Betton (35) ou encore le sanctuaire du Haut-Becherel (22) où des scènes 3D ont été utilisées pour confirmer des hypothèses quant à l'utilisation des bâtiments, les modèles ont été établis d'après les plans relevés lors de la fouille (Le Cloirec 2010 : 107).

II.1.2.4. Les techniques issues de l'imagerie médicale

La radiographie EOS®⁴⁷ peut également être utilisée pour obtenir la modélisation tridimensionnelle d'ossement, toutefois cette technique n'a pour l'instant été testée que sur des êtres vivants et non pas sur de l'os sec ou un assemblage osseux (fig. 51).

⁴⁷ Mise au point par Jérôme Kalifa et Jean Dubousset du centre hospitalier Saint-Vincent-de-Paul (Paris) et de Georges Charpak.



Figure 52 : Scanner d'imagerie médicale, fémur afin d'observer les fracturations (Dutailly *et al.* 2007 : 50)

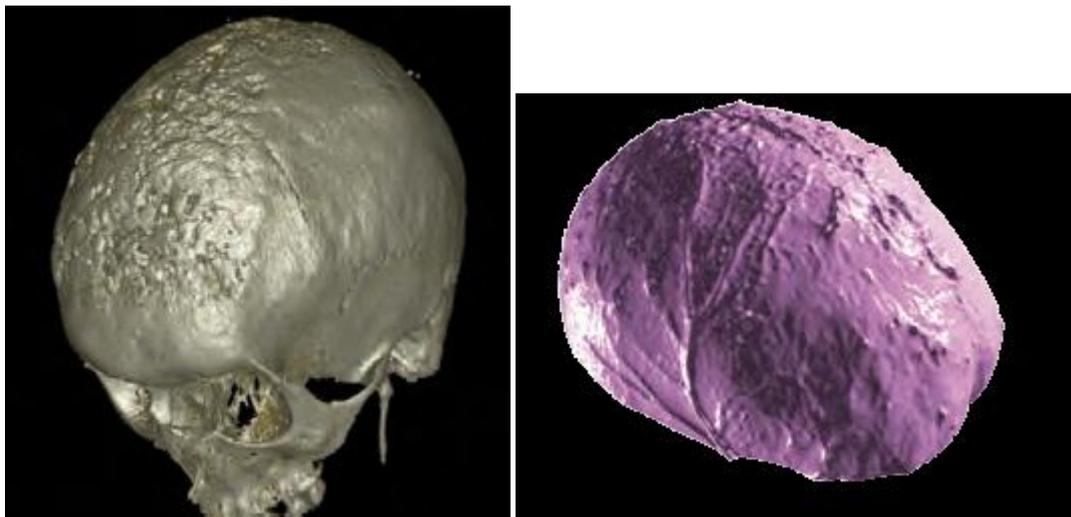


Figure 53 : Restitution 3D d'un crâne pathologique et de l'endocrâne (Coqueugnot *et al.* 2010 : 178)

Son principal avantage contrairement à un Laser-Scan est qu'elle ne nécessite que deux radiographies pour l'ensemble des individus et représente un gain de temps pour l'acquisition surfacique. Elle ne permet par contre pas de travail sur la structure interne de l'os contrairement au CT-Scan.

Le vocabulaire désignant les techniques d'imagerie tridimensionnelle est riche, la même technique possédant plusieurs appellations différentes liés à l'emploi du français et de l'anglais. Dans le cas du CT-Scan⁴⁸, c'est-à-dire de Computed Tomography-Scan, l'exemple est probant puisqu'on le retrouve sous le terme de tomodynamométrie, scanographie, tomographie axiale calculée par ordinateur.

Le CT-Scan désigne une technique d'acquisition qui consiste à mesurer l'absorption des rayons X par les tissus ce qui permet de numériser et de reconstruire des images 3D des structures anatomiques par le biais de coupe régulières (fig. 52). Le temps d'acquisition de cette technique est très faible, de l'ordre de quelques secondes, tout dépend du volume à traiter et de la précision souhaitée. L'acquisition concerne autant la structure interne que la structure externe des ossements.

Les différentes techniques présentées ne sont pas classées d'après un jugement de valeur, chacune présente des avantages et des limites, leur utilisation dépendra donc des problématiques posées. Au-delà de la représentation d'objet ou de bâtiment, la création de modèles numériques tridimensionnels intégrés à des scènes numériques permet l'étude à l'échelle d'un site archéologique, en replaçant dans leur contexte les objets tridimensionnels permettant ainsi de proposer des hypothèses et de les discuter. L'utilisation de scène 3D peut simplifier les échanges car il ne nécessite pas de se rendre sur le site.

L'utilisation de ces techniques d'imageries tridimensionnelles est récente dans le domaine de l'anthropologie biologique mais la diversité des recherches possibles encourage son emploi, tant dans l'identification des pathologies que pour la compréhension du développement de la pathologie par le biais de simulation par exemple (fig.53).

D'autres applications sont envisageables comme la création de banque de données virtuelles contenant les acquisitions permettant ainsi la diffusion à une plus large communauté et limitant la manipulation des ossements donc leur altération. Le diagnostic différentiel pourra également être facilité grâce aux comparaisons visuelles non plus sur une image fixe mais sur un modèle 3D pour lequel il sera possible de mesurer et d'étudier les caractéristiques surfaciques mais également structurelles (Coqueugniot *et al.* 2010 : 180).

⁴⁸ C'est la forme la plus fréquemment rencontrée dans les différents articles concernant cette technique, nous conserverons donc celui-ci.

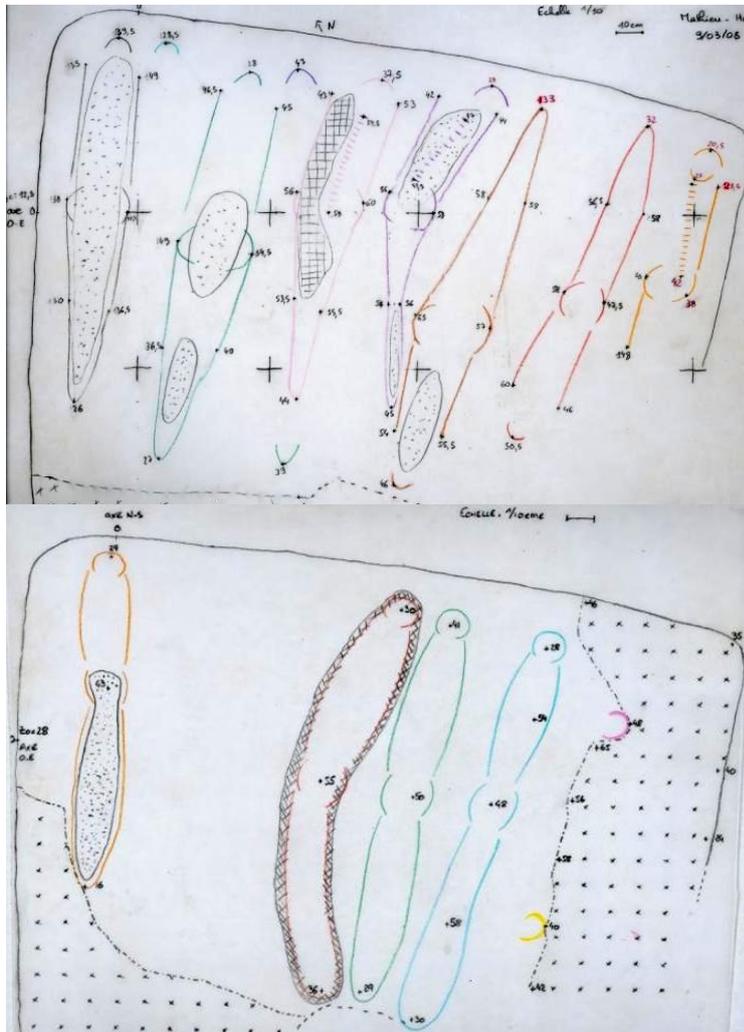


Figure 54 : Exemple de relevé détaillé et global pour la tombe 18.

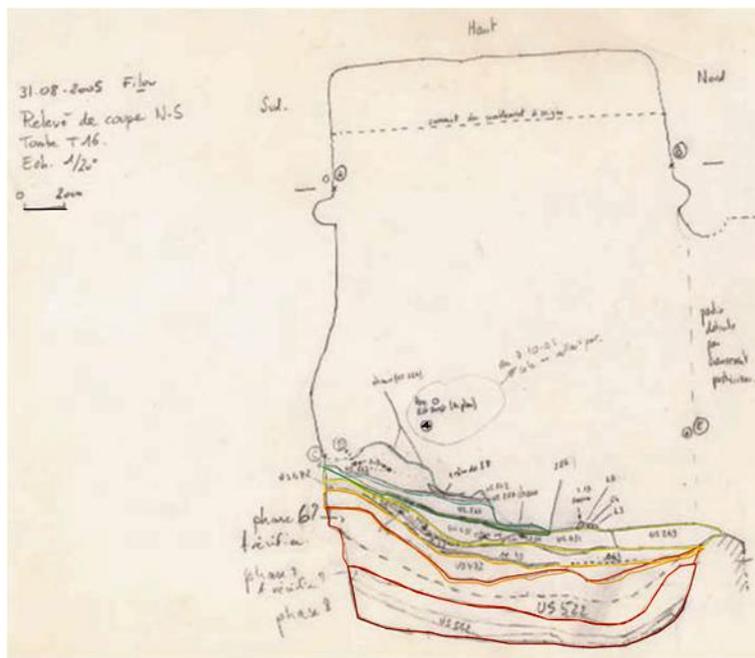


Figure 55 : Mise au propre de la coupe nord-sud de la tombe 16.

II.2. Modélisation du secteur central : données et principe

II.2.1. Les données sur la catacombe

Les données disponibles sur la catacombe se composent pour l'essentiel de relevés de terrain, des photographies prises au moment de la fouille et des différentes observations faites sur les squelettes, qu'elles soient de nature archéologique (traitement funéraire, relation) ou biologique (âge, sexe, pathologies).

II.2.1.1. Les relevés

Pour chaque niveau de démontage, les équipes de fouille du secteur central ont effectué un relevé planimétrique sur papier calque superposé à une feuille de papier millimétré. Les relevés sur lesquels figurent le nord, une barre d'échelle et le nom de la tombe, sont au 1/10^e ou au 1/20^e, les squelettes sont individualisés par couleur. L'altitude est reportée pour chaque point relevé dans la marge ou sur le squelette. Les relevés, très hétérogènes, sont inévitablement liés à la complexité du site, notamment à la conservation, parfois très mauvaise, des ossements de certains niveaux (fig. 54). Sur certains relevés les os sont simplement représentés sous la forme de bâton pour les os longs et il est parfois difficile d'identifier dans ces cas où se situent la partie proximale et la partie distale lorsque l'individu est incomplet. De même, les relevés ne permettent pas d'identifier les individus en procubitus, en décubitus⁴⁹ ou en position latérale, c'est en cela que les autres documents d'enregistrement, les minutes de terrain ou encore celui consacré aux unités stratigraphiques sont tout aussi importants. Il est indispensable de plus, de confronter les calques aux données archéologiques et biologiques recueillies puisqu'un niveau de démontage ne correspond pas forcément à un niveau de dépôts.

Les relevés en coupe rendent compte de la complexité des dépôts et des différentes passes de sédiment⁵⁰ qui séparent ces dépôts (fig. 55). En effet, ces différents niveaux de terre, plus ou moins épais, plus ou moins compacts et accompagnés ou non de blocs de tuf, constituent des marqueurs et permettent d'identifier des niveaux de dépôts.

⁴⁹ Le procubitus désigne un individu placé sur le ventre, le décubitus un individu placé sur le dos.

⁵⁰ Pour la définition cf. notes de bas de page n°19, I.2.2.2.

Catacombe des Saints Pierre et Marcellin

Année 2005

Sépulture X82 T18

Individu n° 001

Non démonté

US 279

Phase de dépôt 11

Données de terrain

Position du corps

Dépôt Sur le dos

Orientation (tête-pieds) N-S

Matériaux associés

Plâtre avant-bras G (US 270)

Tissu (empreintes)

Fils d'or

Résine

Matière organique

Autres

Données biologiques

Âge ad. > 20

Sexe Indét.

Conservation Mauvaise

Représentation Moyenne

Observations

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> épais. cort. os longs | <input type="checkbox"/> crête iliaque soudée | <input type="checkbox"/> usure des dents |
| <input type="checkbox"/> longueur os longs | <input checked="" type="checkbox"/> ext. sternale soudée | <input type="checkbox"/> sexe morpho. |
| <input type="checkbox"/> maturation osseuse | <input type="checkbox"/> Schmitt | <input type="checkbox"/> sexe métrique |
| <input type="checkbox"/> maturation dentaire | <input type="checkbox"/> critères de senescence | |

.....
.....
.....

Pathologies

Aspect usé de l'extrémité des côtes et de la surface articulaire sternale de la clavicule (individu âgé?)

.....
.....

Caractères discrets

.....
.....

Analyse isotopique

Analyse ADN

Analyse C14

Figure 56 : Extrait de la base de données, tombe X 82 T18.

Le milieu d'étude, de type karstique, sans éclairage direct ainsi que le grand nombre d'inhumés rend difficile tout autre mode d'enregistrements notamment de type photographique.

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre précédent, la fouille pour les années 2005 et 2006, a pris un caractère d'urgence avant la construction des piliers de soutènement⁵¹. La stratégie mise en place pour l'enregistrement des dépôts a donc dû être adaptée. Dans le cadre d'une fouille préventive, il est essentiel que le temps consacré aux relevés soit cohérent par rapport à celui imparti à la fouille et à l'étude.

II.2.1.2. Apport de la documentation complémentaire

L'apport du reste de la documentation n'est pas à minimiser dans le cas de sépultures multiples. Chaque source complète les données des relevés et est essentielle à la compréhension en apportant au fur et à mesure des clefs de lecture pour l'étude de cet ensemble funéraire complexe. Il est donc difficile de les hiérarchiser où d'occulter l'une ou l'autre.

Sur le terrain, les données sont recueillies par tombe et par individu, c'est-à-dire par numéro de squelette sur un cahier et fournissent l'ensemble des informations concernant la position de l'individu, l'orientation, sa conservation, sa représentation, l'appareil funéraire associé, les différents os présents et leur face d'apparition. Les informations permettant la détermination de l'âge et du sexe de l'individu sont également reportées, lorsque la conservation le permet. L'étude biologique réalisée à l'extérieur de la catacombe, en surface sur les ossements lavés, vient compléter les données biologiques et ce sur le même support, confirmant ainsi l'identification des individus masculins ou féminins, des adultes ou des immatures et des individus atteints de pathologie. L'ensemble des données recueillies sur ces cahiers constitue le complément direct des relevés de terrain et forment ainsi des éléments indispensables à l'étude de la tombe mais également à sa modélisation. A terme, l'ensemble des informations est synthétisé dans une base de données archéologique et anthropologique. Les informations biologiques peuvent ensuite être utilisées pour comprendre le mode de fonctionnement de la tombe en étudiant la répartition des individus par âge ou par genre ce qui nous renseigne sur la gestion des corps (fig. 56).

⁵¹ Cf. *supra* I.2.2.1.



Figure 57 : Vue du 9e démontage de la tombe 18, pieds et crânes en appui sur la paroi nord (cl. mission 2006).

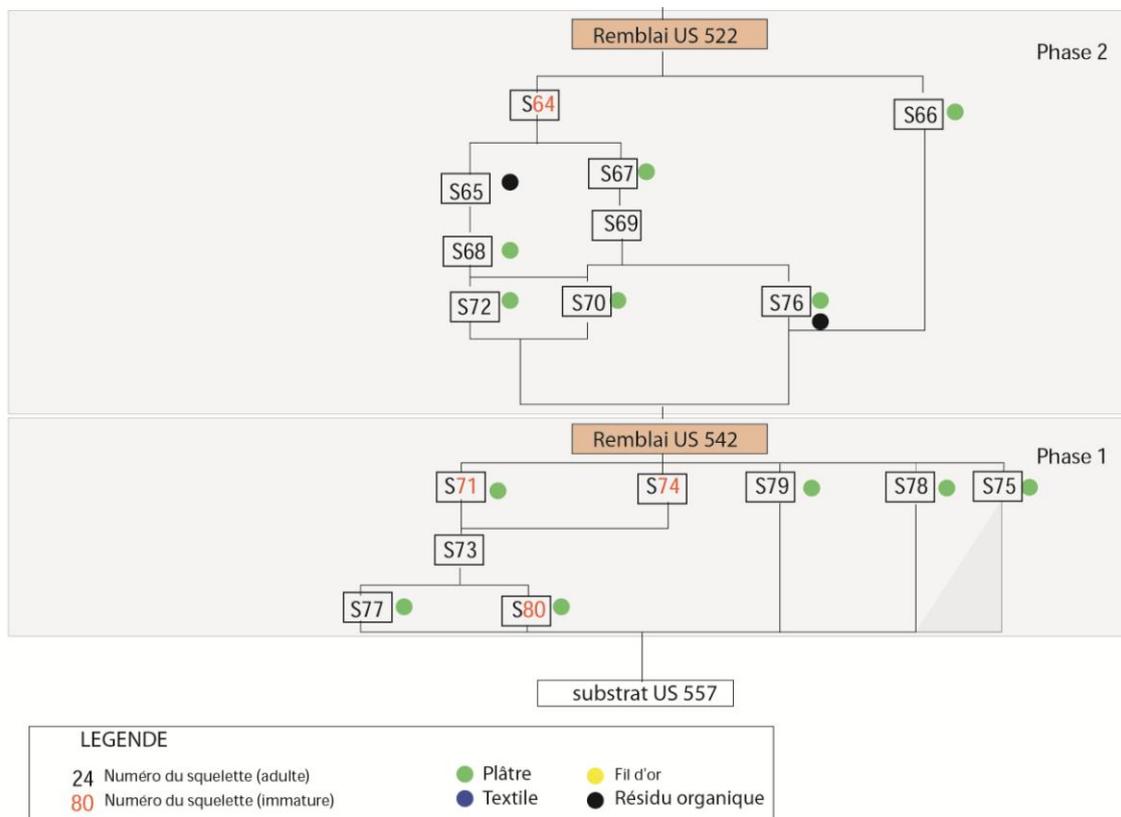


Figure 58 : Extrait du diagramme stratigraphique de la tombe X 80 T16 (mise au propre Ph. Blanchard)

Les photographies permettent de visualiser la proximité réelle des squelettes, leur degré d'imbrication, la position des mains et des pieds s'ils sont présents. Elles permettent également de percevoir les vestiges trop ténus qui n'ont pu être relevés, ou encore la fracturation des ossements. Les différents clichés nous ont également permis d'appréhender la couleur des vestiges et leur texture, ce qui s'avère utile pour la version finale de la modélisation (fig. 57).

L'enregistrement systématique des unités stratigraphiques pour chaque élément composant la tombe, qu'il concerne les squelettes, l'appareil funéraire ou le mobilier a permis, en relation avec les données archéologiques, de réaliser un diagramme stratigraphique. Dans le contexte du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, celui-ci est particulièrement indispensable à l'identification des différents individus qui composent un niveau -jusqu'à plus de vingt dans le niveau 3 de la tombe 16-et à la compréhension de l'agencement des différents niveaux de dépôts identifiés sur le terrain (fig. 58).

II.2.1.3. La conservation des squelettes

La conservation des squelettes est très variable au sein de chaque tombe selon leur localisation. En effet, le contexte très humide de la catacombe n'est pas favorable à une bonne conservation des ossements mais l'est pour les matériaux organiques tels que les cheveux, les poils, ou encore certains organes spongieux comme le cerveau.

Le premier niveau de dépôt affleurant est généralement mal conservé en partie à cause de l'humidité ambiante mais également à cause de l'arasement de la surface et au processus de découverte. Les individus situés contre les parois sont également moins bien conservés par l'action de la percolation. La percolation, qu'elle que soit le contexte, entraîne une forte dégradation des ossements (Buchet *et al.*, 2002 : 168). Il en résulte des os pulvérulents dont le prélèvement est difficile, ce qui complique l'étude biologique voire la rend impossible à réaliser sans la présence d'anthropologues sur le terrain qui effectuent les principales observations, comme c'est le cas à Saints Pierre-et-Marcellin.

La conservation pour un même individu peut être extrêmement différente, les données biologiques s'en retrouvent incomplètes et d'une manière générale cela affecte les résultats concernant la diagnose sexuelle ou l'estimation de l'âge. L'étude de la répartition spatiale en est également affectée.

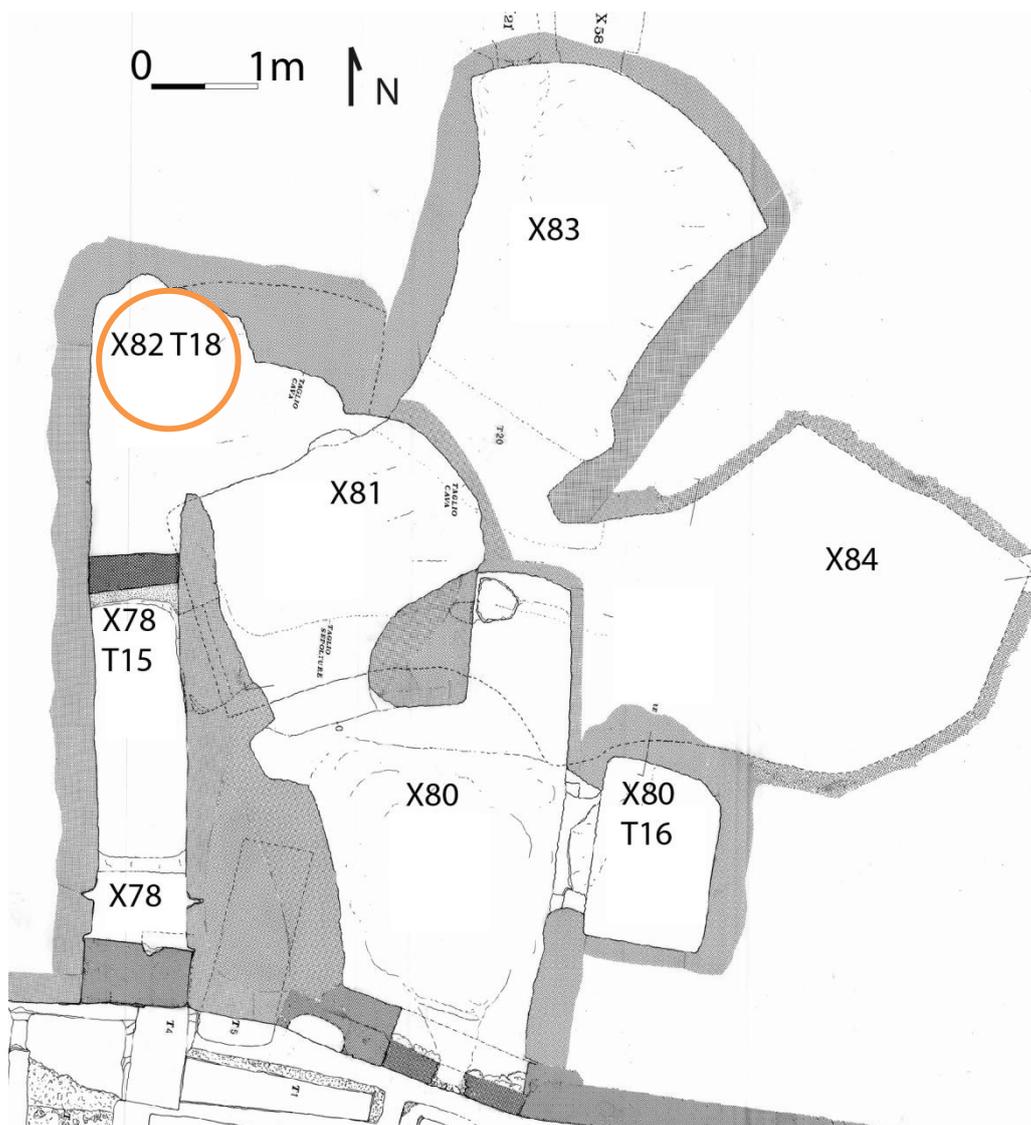


Figure 59 : Vue de la tombe X 82 T18, 9^e démontage (plan M. Ricciardi PCAS, cl. mission 2006)

Pour les tombes X82 T18 et X80 T16, les niveaux les plus profonds, les mieux conservés, ont permis d'appréhender à minima les gestes mortuaires. La conservation différente dans chaque tombe et entre chaque niveau serait due à la circulation de l'eau entre les différents secteurs (Castex et al. 2009 : 293).

II.2.2. Sélection des tombes de la catacombe à modéliser

L'élaboration d'un modèle numérique puis le regroupement de l'ensemble en une scène 3D passe par trois étapes différentes. La première et peut-être la primordiale est la constitution du corpus, c'est-à-dire recueillir l'ensemble de la documentation disponible. La seconde est l'élaboration de la scène 3D a proprement parlé qui contient l'ensemble des objets modélisés et l'espace funéraire existant et enfin la discussion et l'enrichissement du modèle pour l'analyse par la formulation d'hypothèses.

II.2.2.1. Choix des ensembles à modéliser

Avant de débiter toute modélisation, il a été nécessaire de choisir parmi les sépultures multiples du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin lesquelles pourraient faire l'objet d'une restitution. C'est-à-dire déterminer parmi l'ensemble des tombes celles qui permettraient d'étudier au mieux la gestion des dépôts.

Les tombes X80 T16 et X82 T18 sont les seules à avoir été fouillées exhaustivement entre 2005 et 2006⁵² et sont individualisés des autres espaces funéraires constituant ainsi des ensembles clos, notre choix s'est donc porté sur ces deux ensembles. L'ensemble des informations disponibles concerne les sujets en eux-mêmes, les squelettes par le biais des relevés, photographies et du matériel osseux et les tombes en elle-même avec les coupes et les relevés.

La tombe X82 T18 se situe à l'est de l'ensemble X81 et à proximité du X83 au nord-est. L'accès antique se faisait par la tombe X78 T15 au sud, actuellement l'accès peut se faire par cette même tombe ou par la zone X81 (fig. 59).

⁵² Deux périodes de 2 mois chacune.

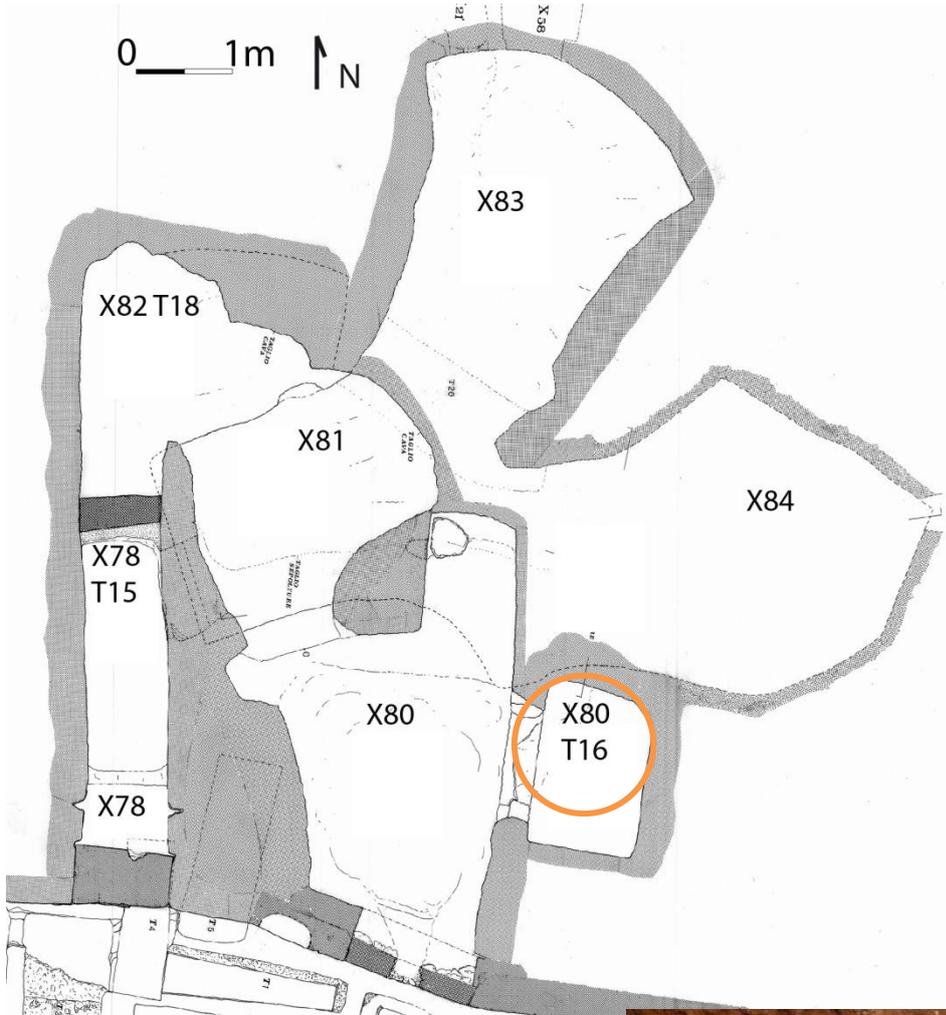


Figure 60 : La tombe X80 T16, cerclée en orange, vue du dernier niveau de dépôt (plan M. Ricciardi PCAS, cl. Mission 2006).

Sa forme est quadrangulaire avec un appendice sud qui la relie avec la tombe X78 T15. Le nombre d'individus mis au jour est de 78, répartis sur 80 centimètres d'épaisseur et 11 niveaux séparés par des passes de sédiments.

La tombe mesure 2,63 mètres d'ouest en est sur 1,63 mètre du nord au sud pour 2,12 mètres de haut pour les valeurs maximales. Sa superficie est de 5,08 m² pour un volume de 12,19 m³. L'orientation des corps est nord-sud/sud-nord ou ouest-est/est-ouest en décubitus, membres supérieurs et inférieurs en extension.

Sur les 78 individus, 9 sont des immatures, 41 sont dans la tranche grand-adolescent/adultes ;c'est-à-dire qu'il n'a pas été possible de déterminer s'il s'agissait encore de grands adolescents ou d'adultes (Annexe 1 et 2). Le sexe a pu être déterminé pour 10 individus, soit 1 individu de sexe féminin, 5 de sexe féminin possible et 4 de sexe masculin possible. Le score de détermination du sexe est plus élevé que pour la tombe 16, toutefois la conservation des ossements y est également mauvaise (Castex *et al.* 2009 : 289).

La documentation disponible sur la X82 T18 comporte 16 relevés, à l'échelle 1/10^e ou 1/20^e, planimétriques et en coupe, un jeu de 170 photographies générales, de 300 photographies de détail, un diagramme stratigraphique, une base de données biologiques et une base de données archéologiques accompagnées des minutes de terrain.

La tombe X80 T16 se situe au sud de la tombe X84, l'accès actuel se fait par la tombe X84 mais l'accès antique se faisait par la tombe X80 à l'ouest. Elle est de forme rectangulaire et mesure d'est en ouest 1,22 mètres et du nord au sud 2,05 mètres pour une hauteur de 2,97 mètres. Sa surface au sol est de 2,50 m² et son volume total est de 7,4 m³. Le nombre d'individu mis au jour est de 76 répartis sur 60 cm d'épaisseur en 9 niveaux distincts identifiés par des passes de sédiments. L'orientation principale des corps est nord-sud ou sud-nord. En effet, les corps sont déposés dans la longueur de la tombe, la largeur étant de taille trop réduite pour accueillir des dépôts de corps adultes (1,22 m). La majorité des individus est en décubitus⁵³, les membres supérieurs et inférieurs sont en extension (fig. 60).

Sur les 76 individus, 14 sont des immatures, mais la détermination de l'âge étant particulièrement complexe au vu de la conservation des ossements, 20 individus sont considérés comme grand-adolescents/adultes (Annexe 3 et 4). De même, la détermination du sexe a été difficile en raison de la mauvaise conservation des ossements et sur les 62 grand-ado./ad. ou adultes.

⁵³ Qui est la forme de dépôt privilégié au sein du secteur central



Figure 61 : Vues de la tombe X 80 T16, en haut à gauche relief de la paroi est avec les prélèvements pour l'analyse des liquides de putréfaction et vue de la tombe 16 de la zone X80. (Cl. P. Mora 2009 et cl. mission 2006).

Seuls le sexe de 4 individus a pu être établi⁵⁴(Castex *et al.* 2009 : 289, 2011 : 276). La documentation disponible sur la X80 T16 comporte 29 relevés, à l'échelle 1/10^e ou 1/20^e, planimétriques et en coupe, un jeu de 210 photographies générales, de 270 photographies de détail, un diagramme stratigraphique, une base de données biologiques et une base de données archéologiques accompagnées des minutes de terrain. Le dossier documentaire disponible pour chacune des tombes est très similaire. Toutefois, les différences entre les informations recueillies sur les deux tombes différaient en un seul point, le type de relevés.

En effet, des choix relatifs à la stratégie de la fouille et de l'enregistrement ont dû être pris pour la tombe X 82 T18 liés aux contraintes inhérentes au temps et à la conservation générale des vestiges. Les relevés sont donc de trois types différents du moins descriptif au plus précis ; que nous avons nommé global, semi-global et détaillé⁵⁵, appuyés par un important dossier photographique. La méthodologie mise en place a donc dû être adaptée au cas le plus spécifique, la X82 T18 avant d'être étendu à la X80 T16, dont l'ensemble des relevés sont des relevés détaillés. Le choix de la modélisation s'est donc porté sur la tombe X82 T18 en premier lieu.

II.2.2.2. Modélisation de l'espace funéraire à l'aide de la photogrammétrie multi-images

Dans l'étude des sépultures multiples, restituer l'espace funéraire dans son intégralité revêt un caractère particulièrement important dans la compréhension de la gestion des dépôts. En effet, la superficie de la tombe mais également la morphologie des parois, la hauteur du plafond influent sur l'espace disponible pour les dépôts et donc sur la gestion globale des cadavres à déposer (fig. 61). Les relevés niveaux par niveaux fournissaient le contour de la tombe mais pas le plafond ni les accès et il était difficile de situer les deux tombes l'une par rapport à l'autre. Sous l'impulsion des travaux en cours à la plate-forme technologique de Bordeaux 3, une mission d'acquisition photogrammétrique a été mise en place.

⁵⁴ Il s'agit de 2 individus de sexe féminin sur et 2 individus de sexe masculin possible.

⁵⁵ Cf. *supra* II.2.1.1

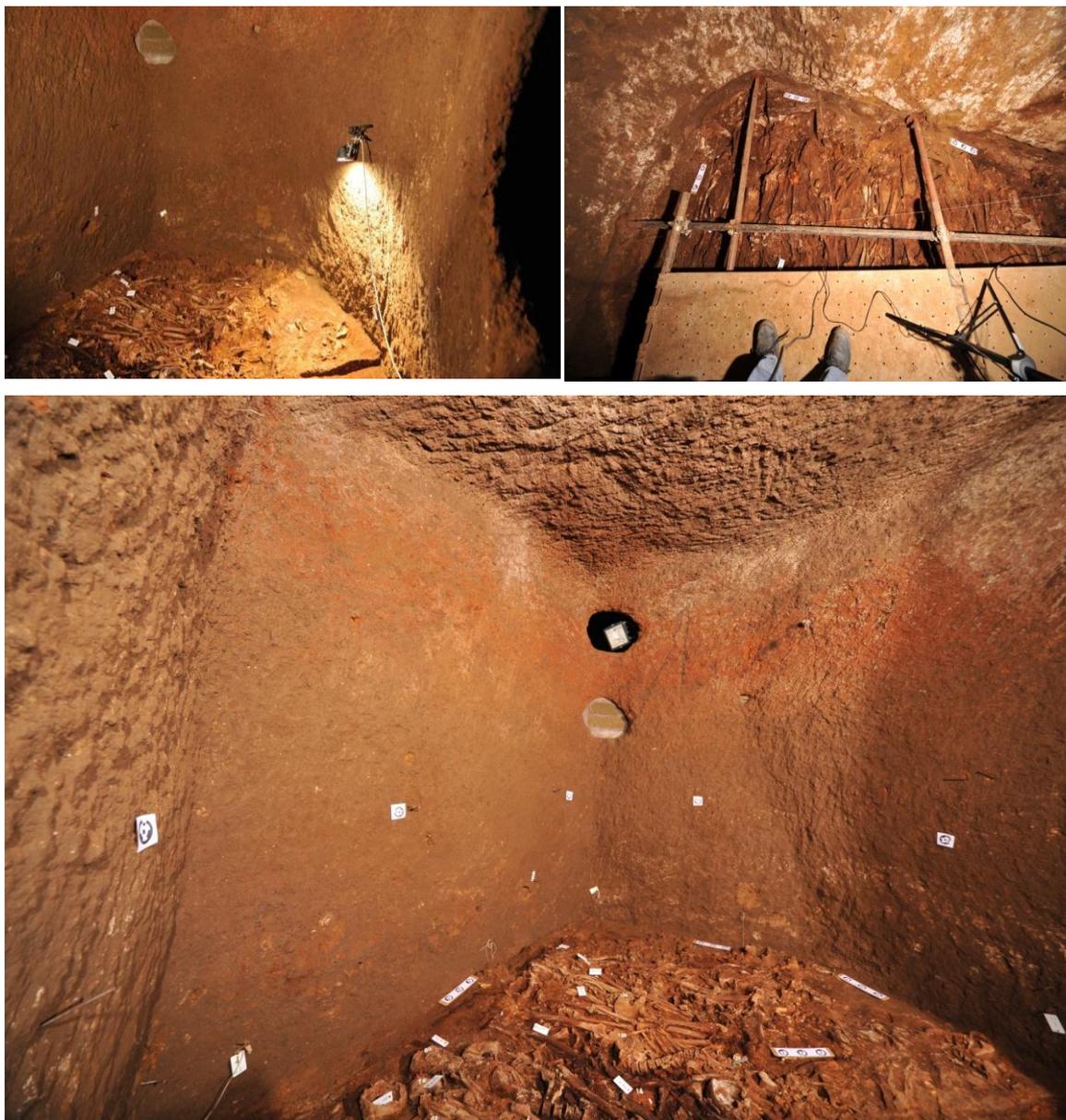


Figure 62 : Tombe X 84, vue des différents types de mires utilisées sur les parois et au sol, illustration des difficultés liées à l'éclairage (X84) et à l'accès au sol (X83) (cl. P. Mora).

Les contraintes liées à la modélisation du secteur centrale de la catacombe sont nombreuses et l'outil d'acquisition a donc dû être adapté.

L'intérêt de la modélisation de l'espace funéraire est de pouvoir analyser la gestion de l'espace mais également de mettre en relation des caractéristiques visuelles ou morphologiques de la paroi (coloration, altération, anfractuosité) avec les niveaux de dépôts des vestiges osseux. La texture et la forme sont donc des éléments essentiels à modéliser.

Les contraintes liées à la nature de la catacombe sont nombreuses, on peut citer tout d'abord l'accès au secteur central et donc l'accessibilité pour le matériel, ou encore l'exiguïté des tombes notamment de la tombe X80 T16 (1,20 mètres sur 2 mètres environ) donc la difficulté d'y installer du matériel et le recul par rapport aux parois, l'éclairage liée à la nature souterraine du complexe, l'humidité ambiante et la grande différence d'altitude entre les niveaux de sols des différentes tombes. Le choix de la technique utilisée en résulte.

Le scanner laser est l'outil proposant le plus de précision mais le temps d'acquisition et le temps de traitement sont particulièrement chronophages. De plus, il aurait été nécessaire de trouver des points pour le fixer alors que l'accès au sol de tombes en cours de fouille est restreint, l'humidité est mal supportée en règle générale par les appareils électroniques et la faible luminosité rend les nuages de points moins précis, puisque le scanner laser est basé sur le principe de la réflexion de la lumière sur une surface pour le calcul des distances. La photogrammétrie s'est donc imposée comme une alternative intéressante pour modéliser une grande partie du secteur central dans le délai imparti d'une semaine.

La photogrammétrie permet après traitement logiciel de générer un ensemble de points concordant à partir de couples de photographies qui reliées entre elles forment un maillage sur lequel peut ensuite être appliquée une texture générée d'après les clichés photographiques.

L'acquisition photographique à Rome s'est déroulée sur une période d'une semaine⁵⁶. Des mires codées ont été disposées sur le sol, les parois et les plafonds de chaque tombe. Chaque tombe a été photographiée individuellement avec entre 20 et 40 clichés selon la complexité de l'espace funéraire. Des mesures entre mires codées ont été réalisées pour la mise à l'échelle du modèle 3D (fig. 62).

⁵⁶ Du 18 au 25 Octobre 2009 menée par Pascal Mora et Loïc Espinasse, Archeotransfert, Bordeaux 3.

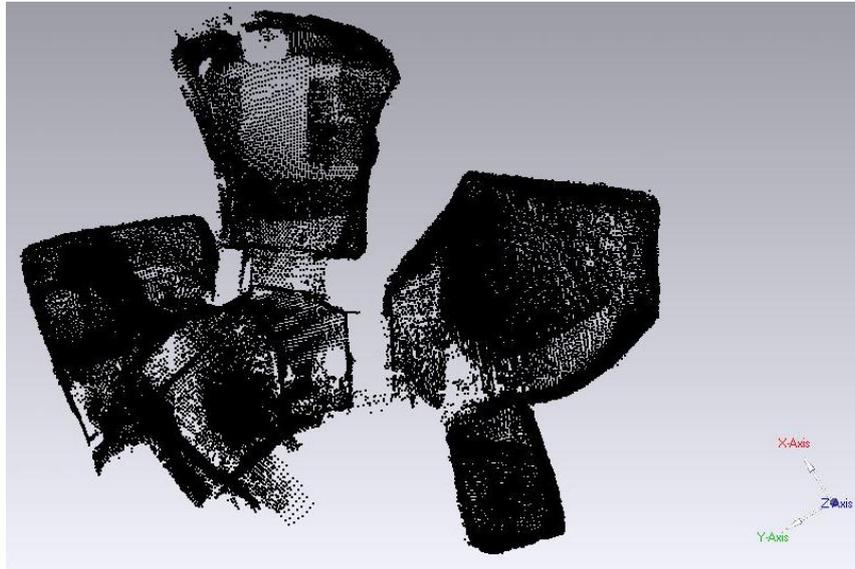


Figure 63 : Nuage de points obtenu après traitement des clichés à la base du maillage (P. Mora, G. Sachau).

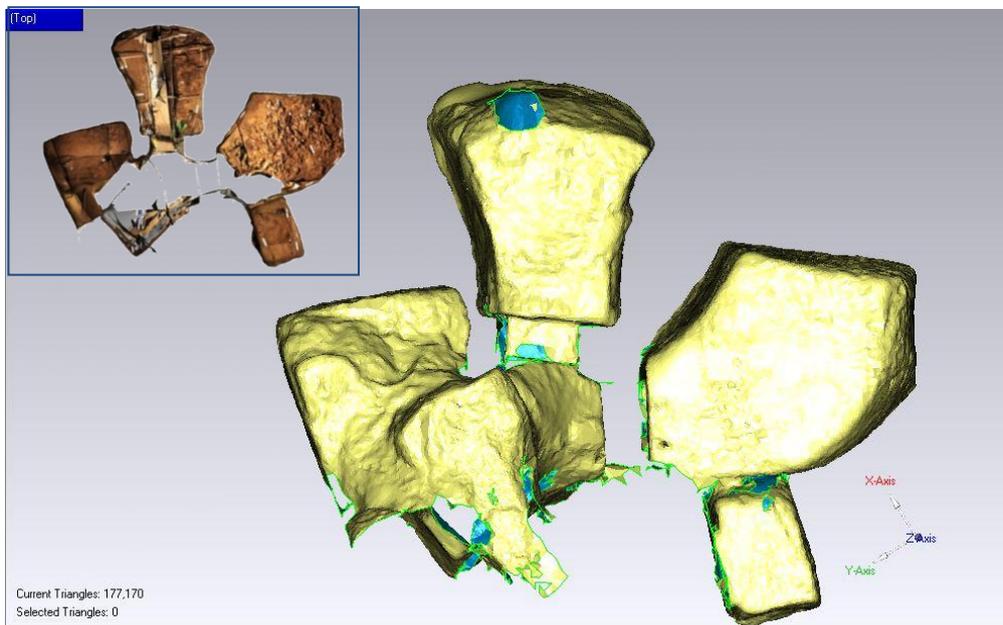


Figure 64 : Capture d'écran du modèle surfacique de la tombe pour la correction du maillage et rendu (G. Sachau).



Figure 65 : Vue de la façade ouest de la tombe X 82 T18 et du fichier image permettant la texturation (G. Sachau).

La modélisation des deux tombes X80 T16 et X82 T18 a nécessité au départ la reprise de l'assemblage des clichés photographiques initiés par Pascal Mora afin de créer un premier nuage de points à partir des points concordants, préalable au maillage (fig.63).

Nous avons poursuivi le travail amorcé à Rome pour produire deux modélisations des tombes, l'une issue du traitement individuelle des deux tombes de notre étude sous le logiciel⁵⁷ pour la création d'un maillage le plus précis possible et l'autre concernant l'ensemble des tombes avec la production d'un maillage moins précis mais plus léger. Les tombes ont été mises à l'échelle grâce aux mesures prises sur les mires codées sur le terrain et reportées directement sur le modèle en identifiant les mêmes mires.

Le maillage a ensuite été exporté sous un logiciel⁵⁸ permettant de combler les trous, enlever les aberrations et l'alléger en diminuant le nombre de polygones pour affiner le modèle (fig. 64).

La texture a été générée automatiquement par le logiciel d'après l'ensemble des photographies utilisées pour la conception du maillage, les mires codées sont donc visibles. Le modèle des deux tombes a ensuite été importé sous le logiciel de modélisation tridimensionnelle⁵⁹ et texturé automatiquement (fig.65). Le modèle a été calé d'après les repères pris pour modéliser les individus au sein de chacune des tombes en fonction de ce qui était identifiable.⁶⁰ Les autres tombes ont été modélisées suivant le même processus.

La modélisation tridimensionnelle de l'espace funéraire a permis d'intégrer des éléments participant à la gestion des dépôts et d'inclure les individus au sein de l'espace funéraire dans lequel ils ont été mis au jour.

II.2.2.3. Interaction individu/espace funéraire

Les passes de sédiments jouent un rôle très important dans la détermination des niveaux de dépôts donc dans l'attribution à un niveau ou à l'autre des individus, il était donc primordial de pouvoir les restituer.

⁵⁷ Photomodeler ©

⁵⁸ Geomagic ©

⁵⁹ 3ds Max ®

⁶⁰ Clou pour fixer le carroyage mis en place pour le relevé

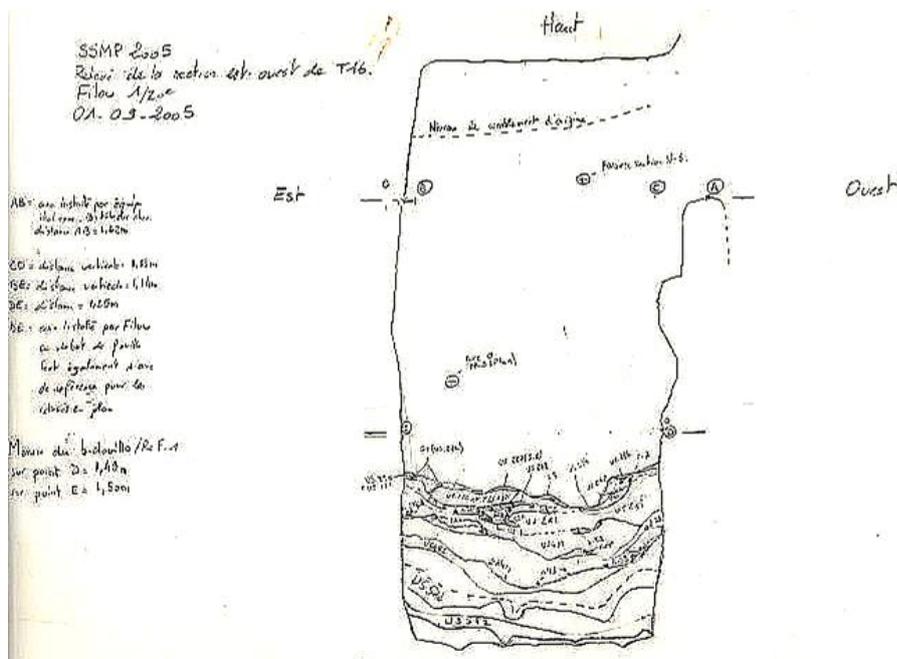


Figure 66 : Coupe est-ouest au 1/20e de la tombe X80 T16 (mission 2005).

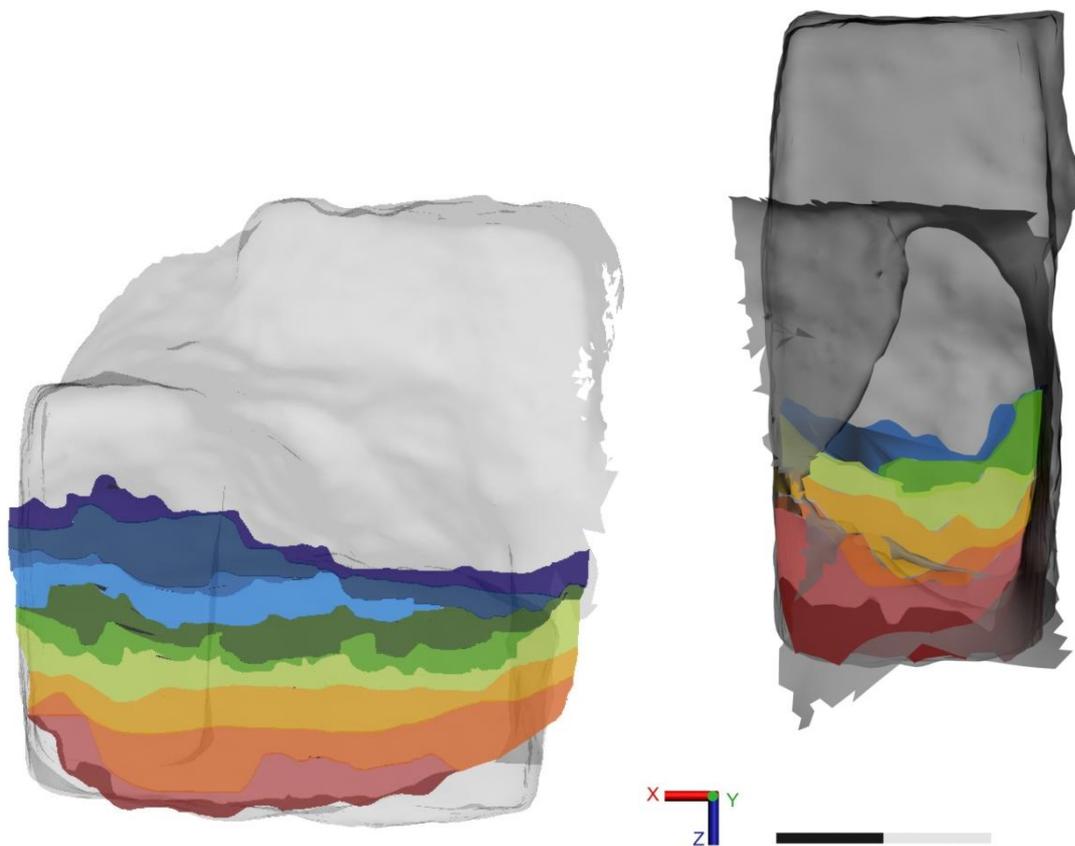


Figure 67 : Vue de la façade sud des tombes X 82 T18 et X80 T16 avec les passes de sédiments (G. Sachau).

Les informations relatives au passe de sédiments sont très minces car celles-ci étaient particulièrement difficiles à appréhender lors de la fouille. En effet, leurs épaisseurs varient de l'ordre de quelques millimètres entre deux individus à plusieurs centimètres. Les conditions et le caractère extensif de la fouille n'ont pas toujours permis le relevé en coupe de ces passes. Nous avons dû considérer pour la modélisation que ces couches étaient présentes sur l'ensemble de la surface de la tombe et que seule l'épaisseur variait.

Pour la X82 T18, nous disposons d'un seul relevé en coupe réalisé dans l'axe ouest-est.⁶¹ Le relevé a été importé sous le logiciel de modélisation afin de relever les contours de chaque unité stratigraphique correspondant à une couche de sédiment.

Les contours dessinés ont ensuite été intégrés au sein du modèle de la tombe en faisant concorder le dessin des contours avec les parois et le sol. En effet, nous ne disposons pas d'autres moyens permettant de repositionner la coupe réalisée avec la tombe en elle-même car les repères utilisés, pour recalibrer la tombe et les individus par exemple, n'y figurent pas.

La répartition des couches sur l'axe nord-sud a été considérée comme uniforme afin de permettre la modélisation, nous avons alors procédé à une révolution selon un seul axe et considéré les parois comme la finalité pour chaque passe de sédiments.

Pour la X82 T16, la démarche a été quelque peu différente car nous possédions deux coupes, l'une ouest-est, l'autre nord-sud avec des repères (fig. 66). Nous avons confrontés les deux coupes pour les assembler en leur milieu. Toutefois l'identification des différentes unités stratigraphiques d'une coupe à l'autre s'est révélée particulièrement difficile en raison de l'hétérogénéité de leur répartition.

Nous avons ensuite repris le contour des différentes passes de sédiments, l'extension maximale des passes étant marquée dans un sens comme dans l'autre par les parois opposées.

Nous avons adopté le même code couleur, un dégradé du rouge au bleu en fonction de la profondeur pour les deux tombes, la X80 T16 comporte 7 passes de sédiments sur une hauteur de 98 centimètres et la X82 T18 comporte 10 passes de sédiments hautes au maximum de 1 mètre 60 environ. Une fois les passes de sédiments modélisées, elles ont été intégrées au sein du modèle scientifique global afin de pouvoir les mettre en relation avec l'ensemble des éléments (fig. 67).

⁶¹ Les équipes italiennes étant en charge du reste de la documentation concernant cette tombe, nous n'avons pu nous procurer d'autres relevés.

La photogrammétrie nous a permis de restituer au plus près l'espace funéraire tel que découvert ce qui facilitera l'étude de l'interaction entre les niveaux de dépôts et celui-ci, afin d'appréhender au mieux la gestion globale des tombes du secteur central lors des crises successives de surmortalité.

II.3. Méthodologie mise en place pour la modélisation de la tombe 18 et de la tombe 16

II.3.1. Expérimentation sur la T18

II.3.1.1. Acquisition des coordonnées

Afin d'étudier la gestion des dépôts au sein de l'espace funéraire dans un environnement numérique, il était essentiel de représenter l'ensemble des individus déposés dans leur globalité et os par os. Pour restituer l'ensemble des squelettes, plusieurs techniques de modélisation sont envisageables, l'une directement en positionnant les ossements sous un logiciel de modélisation ou modelleur et l'autre en retrouvant les coordonnées X, Y et Z avant de les appliquer aux os sous modelleur également. Dans les deux cas, seul les relevés contiennent les données permettant la restitution des positions des segments osseux. Nous avons utilisé des relevés numérisés et mis à l'échelle pour minimiser les erreurs, et définit un point de référence à partir duquel tous les relevés sont repositionnés.

Procédé de modélisation

Pour la tombe X82 T18, nous avons cherché à optimiser le temps nécessaire à la modélisation des individus en plaçant directement les ossements sur les relevés puis en les adaptant en tenant compte également de la stature des individus, pour le respect des proportions. La présence du même ossement ou d'un même individu sur deux relevés distincts complexifie la modélisation et la mise à l'échelle des segments osseux. De plus, cette technique ne nous permet pas en cas d'erreurs de se référer à des coordonnées écrites et la mise à l'échelle des ossements en fonction des points n'est pas précise.

Cette opération s'est révélée infructueuse et sources de nombreuses erreurs dans le cadre de notre étude, nous l'avons donc écarté et préféré extraire les coordonnées X, Y et Z de chaque ossement à partir des relevés sous un logiciel de dessin vectoriel et de les repositionner point par point au sein de la scène 3D. L'acquisition des coordonnées constitue l'étape la plus importante sur laquelle va venir s'appuyer toute la modélisation. Il a donc été nécessaire d'accorder un soin tout particulier à la prise des mesures et à l'erreur que pouvait engendrer la constitution d'un jeu de coordonnées *a posteriori*. Toutefois, il est à noter les conditions particulièrement difficiles de fouille qui ont influées sur la qualité des enregistrements.

Acquisition d'un jeu de coordonnées (X, Y, Z)

Pour l'acquisition des données tridimensionnelles, nous sommes donc partis des données recueillies sur le terrain au moment de la fouille sous la forme de relevé au 1/10^e ou 1/20^e sur papier calque. Les relevés ont été intégralement numérisés grâce à un scanner. Ils ont ensuite été recalés d'après la même origine et mis à l'échelle en fonction de la référence choisie, c'est-à-dire 1/10^e, 1/20^e afin de palier à d'éventuelles déformations. La majorité des relevés présentaient deux formes d'échelles, l'une indiquant la réduction opérée (1/10^e, 1/20^e) et l'autre la mesure exacte de 10 centimètres ou 20 centimètres sous forme de rectangle noir ou de barre de mesure. La précision de la réduction opérée ne suffit pas à la vérification des mesures effectuées sur le terrain et ne permet pas d'appréhender les déformations liées à la numérisation ou à la conservation du papier calque.⁶² Lorsque celle-ci est absente il faut alors se reporter à une mesure connue pour la mise à l'échelle. Les points d'origine choisis, un pour chaque tombe, correspondent à un point présent sur tous les relevés et dont l'emplacement est identique, pour la tombe X82 T18 c'est le point 0 de l'axe ouest-est, pour la tombe X80 T16, c'est le point 0 de l'axe nord-sud. Dans la fenêtre de travail du modéleur, il s'agit du point d'origine des trois axes X, Y et Z qui a servi au départ pour la modélisation de chacune des tombes. Avec l'intégration de l'ensemble de l'espace funéraire, les individus modélisés ont été recalés par la suite selon leur point de référence à l'intérieur des tombes.

Il a fallu grâce au point marqué pour chaque prise d'altitude retrouver l'altitude correspondante pour chaque os de chaque individu ainsi que les coordonnées en X et Y d'après le point de référence choisi qui n'est pas forcément celui de la fouille, puisque nous n'avons pas toujours pu l'identifier sur les calques le carroyage installé (fig. 68).

⁶² Certains décalages entre le relevé du même os d'un calque à l'autre ont pu être observés sur plusieurs calques différents liés à la déformation du papier calque soit du papier millimétré en rapport avec l'humidité régnant au sein de la catacombe

Année	2005							Calque 8,	Valeur en cm	
Individu	32	Sexe	Indét.	Orientation	S-N			X _{OE}	-1.8227	
N°US	371	Pathologie	Tartre assez important en face linguale (C, M, PM) sur dents inf.	App. Funéraire	Plâtre			Y _{OE}	17.6036	
Niveau	9			Localisation	Du genoux à abdomen					
Ossement	Crâne	Membre sup. D	Membre sup. G	Mains	Membre inf. D	Membre inf. G	Pieds			
Position	latéral d	antérieur	antérieur	dorsale	antérieur	antérieur	sup			
Individu	Z	Z0	Z réel	Z alti	Localisation sur le squelette	Calque	X mesuré	Y mesuré	X correction	Y correction
SQ 32	Z _{0A}	24	73	-122.5	crâne	8	5.08	2.57	43.74	-192.26
SQ 32	Z _{0A}	24	80	-129.5	haut colonne	8	5.36	4.30	46.57	-174.98
SQ 32	Z _{0A}	24	75	-124.5	bas colonne	8	5.47	8.92	47.63	-128.76
SQ 32	Z _{0A}	24	82	-131.5	clavicule ext.sternale G	8	5.26	5.32	45.51	-164.75
SQ 32	Z _{0A}	24	84.5	-134	clavicule ext. acromiale G	8	4.41	4.48	37.04	-173.21
SQ 32	Z _{0A}	24	83	-132.5	épaule G	8	4.20	4.48	34.93	-173.21
SQ 32	Z _{0A}	24	81	-130.5	ext. dist humérus G	8	4.09	7.30	33.87	-144.99
SQ 32	Z _{0A}	24	84	-133.5	clavicule D ext.sternale	8	5.75	5.01	50.45	-167.92
SQ 32	Z _{0A}	24	84.5	-134	clavicule D ext. acromiale	8	6.70	4.62	59.97	-171.80
SQ 32	Z _{0A}	24	85.5	-135	épaule D	8	6.84	4.65	61.38	-171.45
SQ 32	Z _{0A}	24	83.5	-133	dist bras D	8	6.60	7.69	58.91	-141.11
SQ 32	Z _{0A}	24	68	-117.5	trochanter fémur G	8	4.55	9.73	38.45	-120.65
SQ 32	Z _{0A}	24	66	-115.5	genou G	8	4.66	13.47	39.51	-83.26
SQ 32	Z _{0A}	24	68.5	-118	cheville G	8	4.97	16.79	42.69	-50.10
SQ 32	Z _{0A}	24	68	-117.5	extrémité pieds	8	5.40	17.78	46.92	-40.22
SQ 32	Z _{0A}	24	71	-120.5	cheville D	8	5.68	16.82	49.74	-49.74
SQ 32	Z _{0A}	24	69.5	-119	genou D	8	5.93	13.61	52.21	-81.85
SQ 32	Z _{0A}	24	70	-119.5	trochanter fémur D	8	6.49	9.91	57.86	-118.89

Figure 69 : Exemple des informations recueillies pour la modélisation de l'individu 32 (G. Sachau)

Les coordonnées X, Y sont obtenues grâce à l'outil navigation sous un logiciel de dessin vectoriel⁶³ qui nous a fourni les coordonnées dans l'ordre de grandeur choisi, ici les centimètres. Les relevés planimétriques fournissent l'altitude, Z, pour chaque extrémité d'os ou fragment d'os identifié. Le calcul des altitudes pour chaque point s'est fait en fonction de l'altitude Z_0 spécifiée sur chaque relevé, ou déduite des relevés précédents et suivants lorsque celle-ci était absente ou non lisible. Ces différentes étapes ont permis d'acquérir pour chaque individu un ensemble de coordonnées en X, Y, Z qui permettront de le situer dans l'espace puis dans la tombe.

Synthèse des informations

Il a été nécessaire de corriger les valeurs obtenues en fonction du point d'origine et de l'échelle utilisée ici le $\frac{1}{10}^e$ et le $\frac{1}{20}^e$. Les valeurs obtenues ont été ensuite reportées dans une feuille de classeur pour chaque individu en spécifiant l'os et la localisation sur l'os de la prise d'altitude, s'ajoutant ainsi à l'ensemble de la documentation disponible pour chaque individu : l'âge, le sexe, l'appareil funéraire, la position, l'orientation et l'ensemble des coordonnées en X, Y et Z (fig. 69). Le choix du tableur pour recueillir l'ensemble de ces informations a résulté de l'utilisation du logiciel File Maker Pro pour les bases de données archéologiques et biologiques, le transfert des informations était ainsi simplifié de l'un à l'autre. De plus, les caractéristiques techniques du tableur permettent de générer des macros qui pourraient être utiles pour interagir directement avec le logiciel de modélisation et ainsi mettre en place directement les ossements selon leurs coordonnées. Nous n'avons pas pu explorer ce champ d'application car nos connaissances en programmation informatique étaient insuffisantes pour mettre au point les algorithmes de calcul d'intégration des ossements, toutefois nous avons plusieurs pistes de partenariat. L'intégration des coordonnées pour chaque ossement a donc été manuelle.

Précision de la scène numérique : précision des coordonnées acquises

Les imprécisions liées à la prise des mesures sur le terrain sont liées aux conditions particulièrement difficiles de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin à savoir la taille réduite des deux tombes, l'humidité constante, l'éclairage et le matériel utilisable par exemple.

⁶³ Adobe® Illustrator®

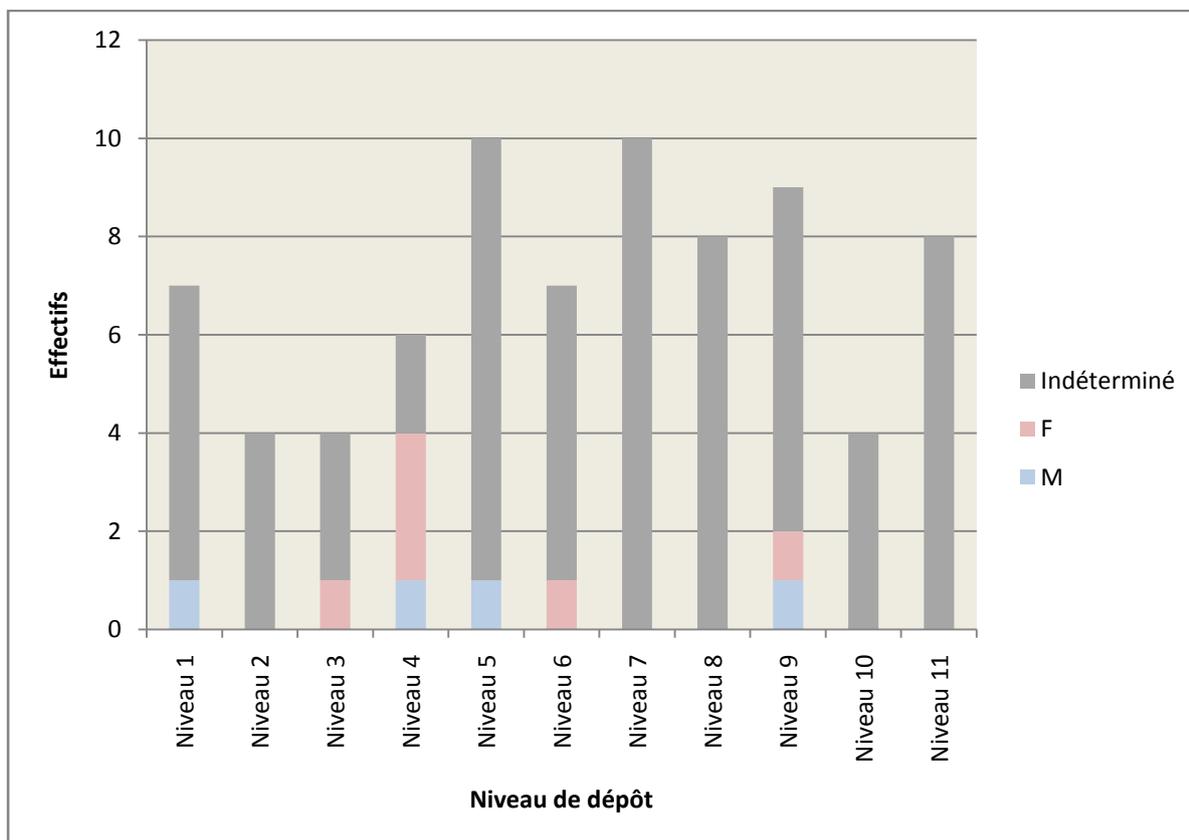


Figure 70 : Effectifs selon le genre au sein de chaque niveau de dépôt, tombe 18.

Nous avons donc cherché à calculer la marge d'erreur au moment de la prise des coordonnées en X, Y et Z sur le terrain afin de la comparer à celle obtenue *a posteriori* à partir du relevé numérisé. La marge d'erreur est difficilement quantifiable sur des relevés déjà effectués, les deux ensembles étudiés ayant fait l'objet d'une fouille exhaustive, achevée au moment de la réalisation de ce travail, nous avons donc effectués une comparaison avec une des tombes en cours de fouille, la X83. Nous avons comparés les coordonnées obtenues sur le terrain sur un os avec celle obtenues sur logiciel sur relevé du même os, la différence s'exprime en centimètres et est comprise entre 1 et 2.⁶⁴ Les imprécisions liées à la prise de mesure sur le relevé numérisé à l'aide du logiciel de dessin vectoriel est de l'ordre de 0,2 millimètres et correspond au pointeur de la souris.

La tombe X82 T18 présente trois types de relevés planimétriques, un ensemble de relevé os par os, un ensemble de relevés globaux et semi-globaux par individu. Là où la conservation des ossements, de meilleure qualité, permettait de consacrer du temps aux études biologiques, un relevé global a été effectué, le placement des ossements étant suffisamment explicité par les photographies.

Le nombre de prise d'altitudes par squelette n'est ainsi pas représentatif de la conservation. L'ajustement du nombre de prise d'altitude en fonction de la conservation est lié au caractère d'urgence de l'opération de terrain. Il en résulte que la conservation des individus est meilleure dans les niveaux les plus profonds, c'est-à-dire les premiers déposés et au centre de la tombe.

C'est d'ailleurs au sein de ces niveaux (1 à 5) que la détermination du sexe est la plus performante, 7 individus sur les 10 (fig. 70).

Bilan du processus de modélisation

La documentation de la tombe X82 T18 nous a permis d'acquérir par individu, un jeu d'au moins trois coordonnées X, Y, et Z correspondant au crâne, au bassin et aux pieds. Les photographies des niveaux 1 à 9, nous ont permis d'appréhender le positionnement des ossements principaux (notamment le crâne et les os longs) et celui des pieds et des mains, dont les vestiges souvent trop tenus n'ont pu faire l'objet d'une prise d'altitude systématique.

⁶⁴ Nous reviendrons plus en détails sur ces comparaisons entre coordonnées relevés sur le terrain et coordonnées mesurées dans la quatrième partie concernant le protocole et les recommandations (cf. *infra* IV.3.1.1).

Le diagramme stratigraphique nous a permis d'appréhender les relations entre les individus et surtout les différentes passes de sédiments qui séparent les niveaux entre eux et déterminent ainsi des ensembles clos d'individus déposés.

Nous avons par la suite du choisir quel type de logiciel de modélisation tridimensionnelle utilisée. En effet, l'éventail de logiciel proposé est large et ne cesse de s'étoffer d'année en année que ce soit pour les logiciels gratuits ou payants. Afin de choisir au mieux nous avons considéré, en premier lieu, ce que la modélisation tridimensionnelle doit apporter à notre étude : il s'agit de mettre en évidence la simultanéité des dépôts par l'analyse la plus précise possible des relations entre les individus, superposition, juxtaposition, imbrication. En second lieu, les éléments principaux à modéliser, c'est à dire la tombe : sol, paroi, plafond ; les individus : os par os, en volume et l'appareil funéraire.

L'étude de la répartition des immatures ou du sexe des individus est secondaire par rapport à notre problématique, nous avons alors fait le choix d'utiliser un logiciel de modélisation tridimensionnelle et non un système d'information géographique tridimensionnelle (SIG 3D). Nous avons alors opté pour un logiciel qui nous était familier et avec lequel la plate-forme technologique de Bordeaux 3 travaillait déjà⁶⁵.

La modélisation tridimensionnelle s'est ensuite déroulée en trois grandes étapes après l'acquisition de toutes les coordonnées, la modélisation sous forme de squelette de « démontage » puis la mise en volume avec les squelettes en 3D et enfin les corps volume.

II.3.1.2. Choix des objets de modélisation

Pour établir la scène numérique scientifique, il était indispensable de disposer d'un modèle de squelettes et de corps tridimensionnels.

Squelette filaire

Pour la première étape de la modélisation, nous avons choisi d'utiliser un squelette filaire issu des fiches de démontage anthropologique (Courtaud 1996 : 161). Ce squelette présentait deux avantages, un visuel efficace avec la matérialisation du contour de chaque os et une manipulation facile liée à son faible poids de quelques kilos octets (fig. 71).

⁶⁵ Il s'agit de Autodesk® 3ds Max® dans différentes versions 2009, 2010 et 2011. Les différentes versions offrant au fur et à mesure une interface simplifiée mais surtout un meilleur rendu des textures

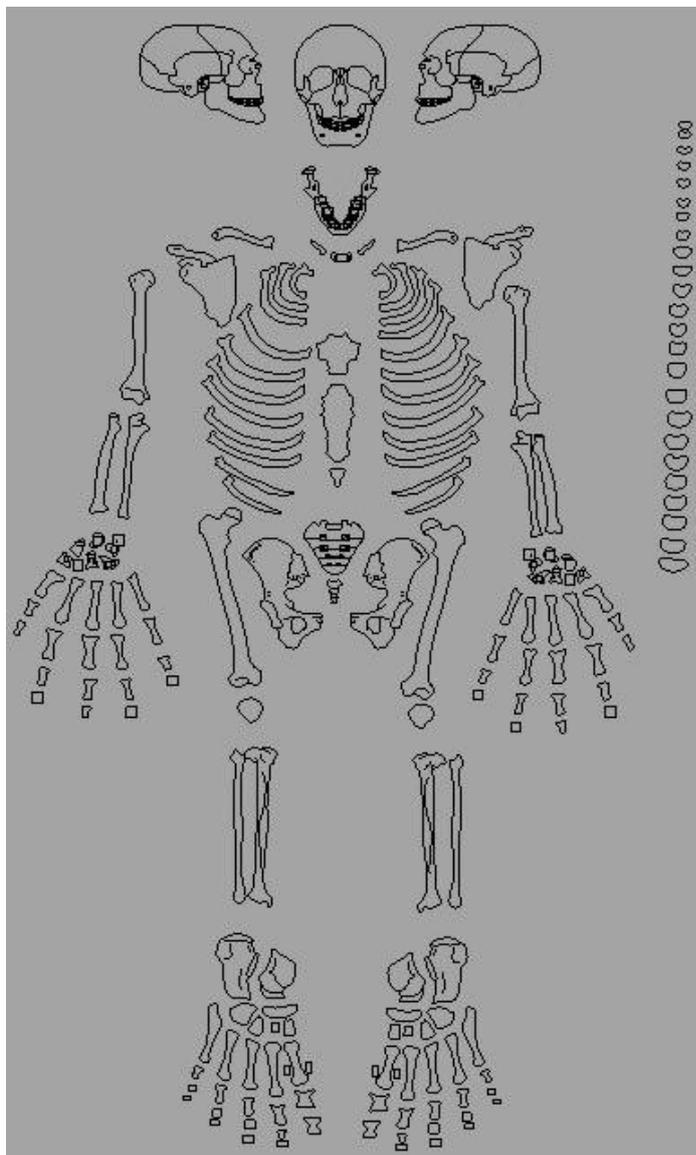


Figure 72 : Vue du squelette filaire pour adulte utilisé sous le logiciel de modélisation (d'après Courtaud *et al.* 1996)

De plus, il offrait la possibilité d'être adapté en fonction de l'âge : adulte, adolescent, périnatal. Les vertèbres ont été reprises sous forme de contour en vue de face comme pour les ossements (fig. 72).

Squelette en volume

La conservation et la représentation des squelettes de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin ne permettaient pas de choisir un ou plusieurs individus et de le numériser (Laser Scan ou CT Scan) afin de servir de modèle de référence.

Nous nous sommes donc orientés vers la recherche d'un squelette de référence pour les adultes, établi d'après la modélisation d'un ensemble d'individus⁶⁶ issu d'une collection anthropologique de référence. Ce type de modèle de squelette tridimensionnel n'existe pas, la numérisation d'un squelette est particulièrement coûteuse en terme de temps et de matériel. La modélisation concerne donc généralement une partie du squelette ou un ossement dont la configuration ou la pathologie nécessite de plus amples recherches notamment au niveau de la microstructure et de la macrostructure des os in vivo ou secs. La numérisation complète d'un squelette n'est souvent réalisée que pour les hominidés en raison du peu d'individus mis au jour.

Nous nous sommes donc tournés alors vers des représentations à vocation médicale mais il n'était pas possible d'accéder aux références qui avaient pu permettre l'élaboration du modèle 3D, c'est-à-dire s'il avait été établi sur une population vivante ou décédée, pathologique ou non, âgée ou non, ou de quelle période il s'agissait.

De plus, ce type de modèle présentait deux inconvénients majeurs en plus de leur validité scientifique, la définition des pièces osseuses qui engendre un modèle très lourd à manipuler et le coût du modèle.

Nous avons donc choisi de nous intéresser au modèle libre de droit, disponible sur internet qui en terme scientifique n'apportait rien mais qui offrait la possibilité de travailler avec un modèle léger donc facilement modifiable et manipulable en grand nombre, ce qui permettait d'intégrer les deux tombes et l'ensemble des individus dans le même modèle.

⁶⁶ La taille des ossements et la gracilité de ceux-ci étant propre à chaque individu, l'estimation de la moyenne est représentative de l'ensemble de la population.

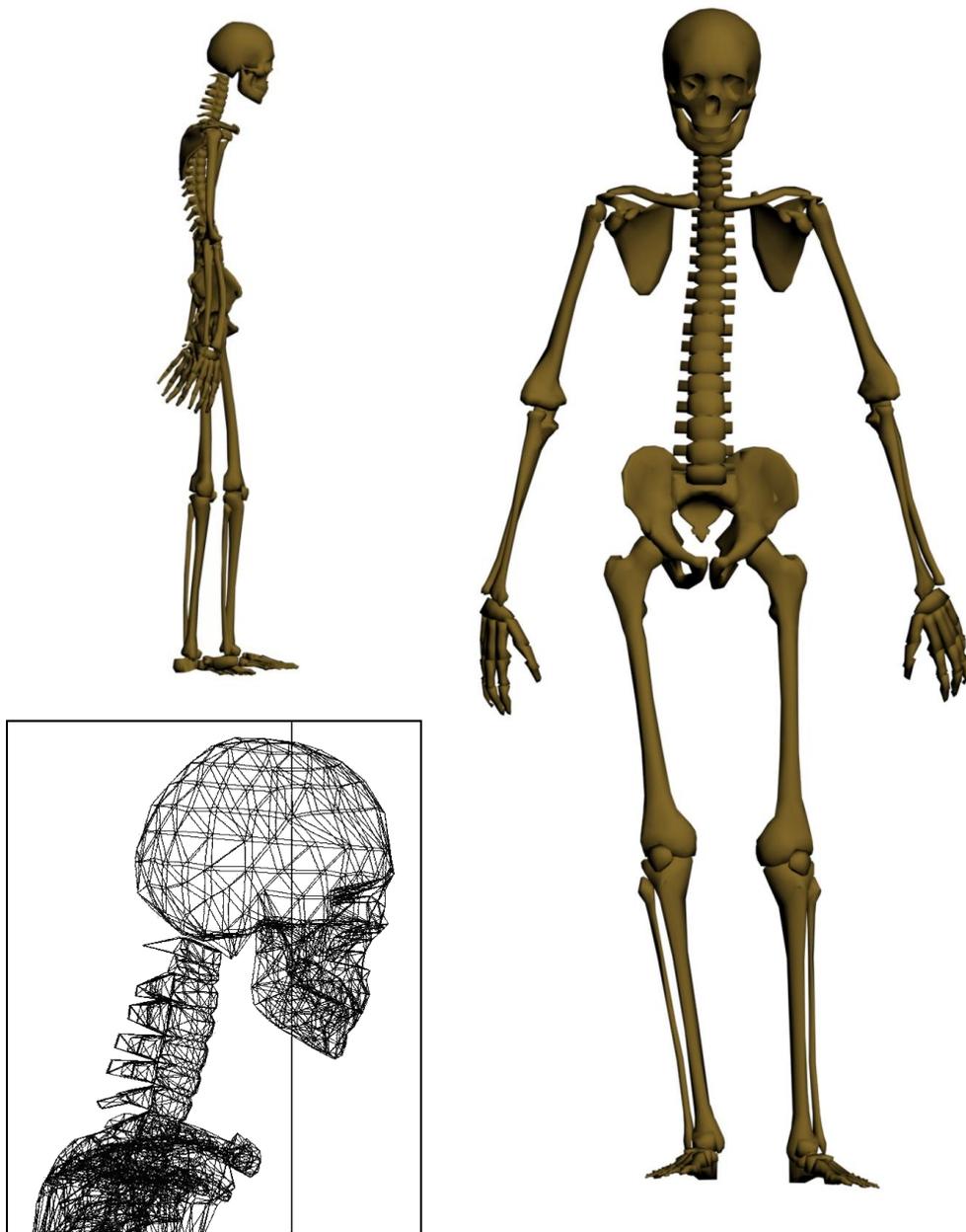


Figure 73 : Vue de face, de profil et filaire du squelette tridimensionnel (source : 3dvf)

Pour les modèles libres, nous avons vérifié que, visuellement il ne possédait pas une trop grande différence avec un squelette réel et que, les proportions étaient valides, c'est-à-dire que la hauteur et le diamètre de chaque os correspondait à des valeurs moyennes et que le rapport entre chaque ossement était respecté. Le modèle choisi n'est donc pas un modèle scientifique mais un outil quant à la réflexion menée sur les tombes X80 T16 et X82 T18. La précision du squelette n'est donc pas tant au niveau du maillage que du respect des proportions (fig. 73).

Les coordonnées ont été appliquées à chaque ossement ou segment anatomique permettant ainsi de le mettre à l'échelle, toutefois nous avons également préféré calculer pour les os longs leur dimension grâce à la trigonométrie après acquisition des coordonnées pour vérification de la stature et du respect des proportions. Les côtes ont été volontairement occultées dans les restitutions issues des relevés précis puisque leur position n'était pas documentée.

L'élaboration ou l'acquisition d'un modèle 3D du squelette des immatures a posé les mêmes difficultés que pour les adultes, à savoir trouver un squelette représentatif d'une population de référence, avec l'accès aux sources, ajouter à celui de la représentation de la maturation osseuse.

En effet au cours de la croissance, des os apparaissent, fusionnent jusqu'à l'âge de 19 ans, âge auquel la stature est acquise et où les épiphyses des os longs sont soudés. Le nombre d'ossements varie également pour chaque individu au sein de la même classe d'âge, en fonction du sexe, du caractère saltatoire de la croissance propre à chaque individu. Nous avons donc dû définir des classes d'âges plus larges que celles établies par l'étude biologique afin de limiter le nombre de modèles de squelettes différents.

La totalité des classes d'âge est représentée entre les deux tombes X82 T18 et X80 T16. Le nombre d'immatures est de 23 répartis comme suit, 3 entre 0 et 1 an, 5 entre 1 et 4 ans, 4 entre 5 et 9 ans, 4 d'une classe d'âge élargie entre 1 et 9 ans, 1 entre 10 et 14 ans et pour les grands adolescents, 4 entre 15 et 19 ans et 3 dans une classe élargie entre 10 et 19 ans.

Nous avons donc choisi de répartir les individus immatures en deux grandes classes d'âge, l'une de 0 à 9 ans et l'autre de 10 à 19 ans. Pour la catégorie des 0 à 9 ans, la maturation osseuse passe par l'apparition et la fusion de nombreux os, il était donc nécessaire d'acquérir un squelette propre à cette classe d'âge élargie.

Les modèles en accès libre sur internet n'étaient pas satisfaisants d'un point de vue visuel et ne respectaient pas les proportions, les modèles médicaux étaient quant à eux représentatifs d'un âge donné ce qui ne correspondaient pas non plus à notre objectif.

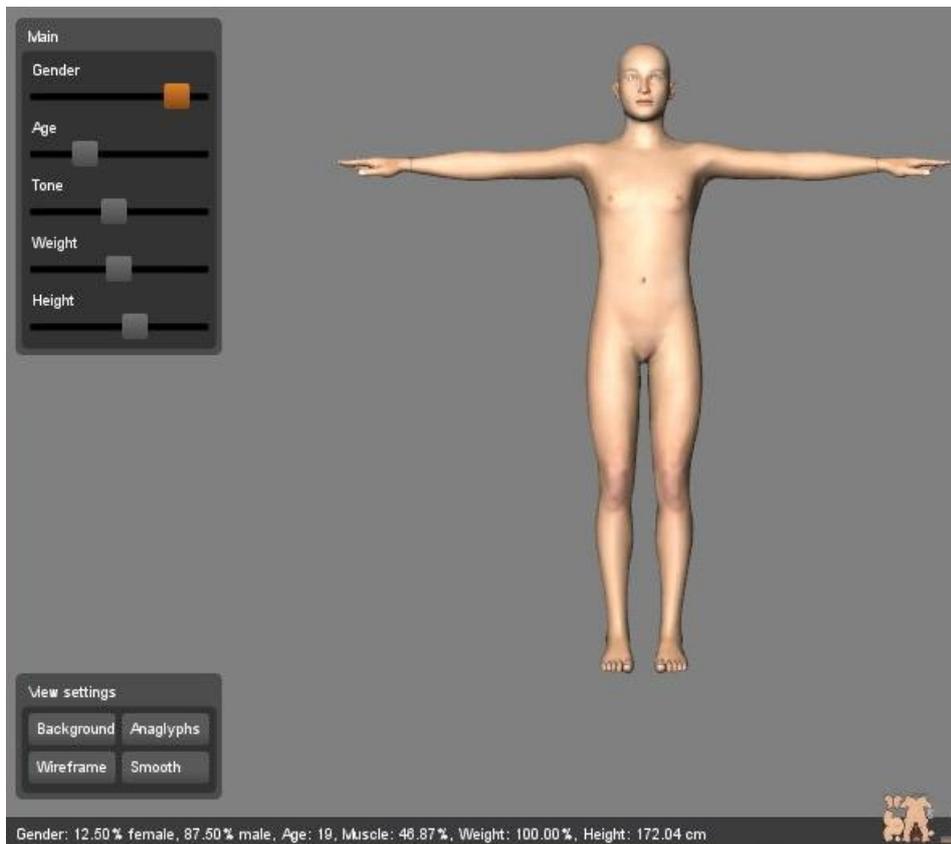


Figure 74 : Capture d'écran du logiciel MakeHuman™, avec les différents paramètres de sélection.

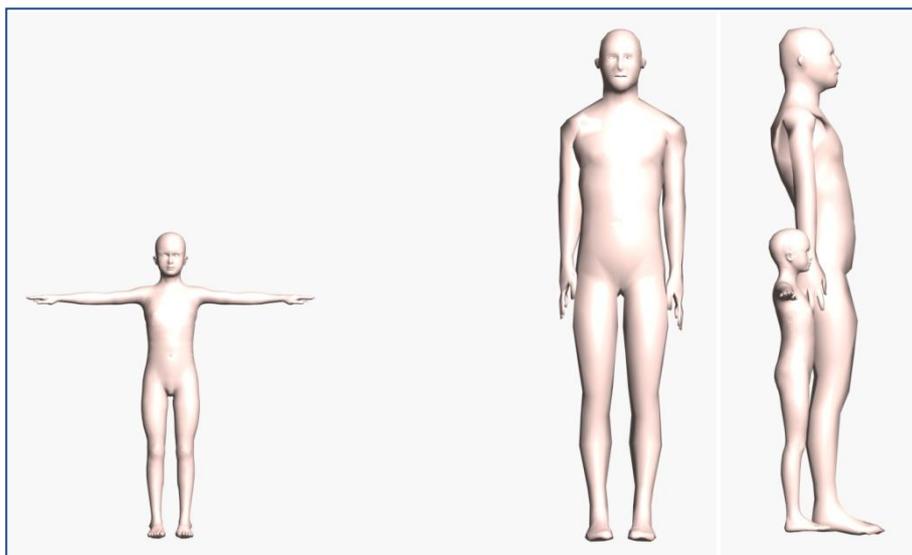


Figure 75 : Vue de face et de profil des modèles de corps pour les sujets immatures à partir de 5 ans et les sujets adultes.

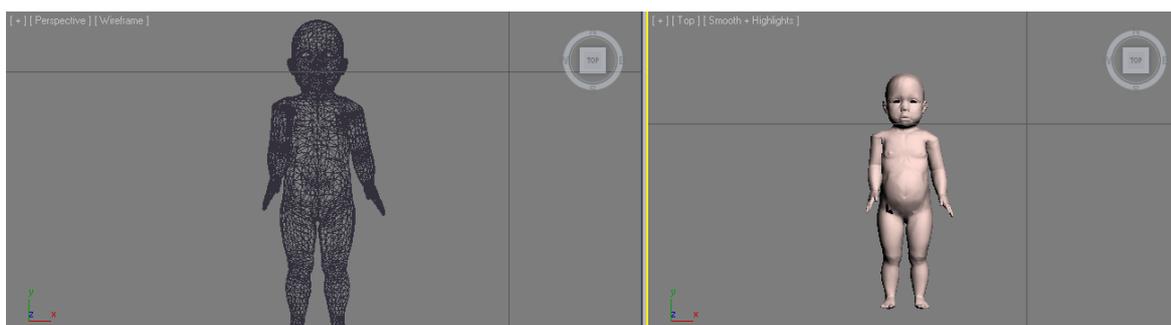


Figure 76 : Différents points de vue du modèle utilisé pour les sujets immatures entre 0 et 4 ans (source 3dvf).

Pour la classe des 0-9 ans, nous n'avons pas pu nous procurer de squelette correspondant tout comme pour les individus entre 10 et 19 ans nous avons donc opté pour une réduction du squelette adulte. L'ensemble des modèles des immatures ont été mis à l'échelle pour chaque individu grâce aux coordonnées et à la trigonométrie. La taille des ossements et le positionnement sont justes mais pas la représentation. Il n'a été possible d'obtenir plus de détails comme mettre en évidence ce qui était ou non fusionné en fonction des classes d'âge et ceci aurait constitué un travail de recherche et de modélisation à part entière.

Corps en volume

Pour le volume des corps, nous avons été confrontés aux mêmes difficultés et au même choix, il nous fallait trouver un modèle qui ne présentait pas de caractéristique sexuel marqué, léger en termes de poids de fichier, reflétant l'estimation de l'âge des individus. L'estimation des parties molles à restituer pour chaque individu selon sa taille et son sexe nécessiterait une étude en soi, nous avons donc orienté nos recherches vers des logiciels qui permettraient une estimation automatique de la corpulence en fonction de la taille⁶⁷ sans tenir compte du sexe⁶⁸. Nous nous sommes orientés vers le logiciel *MakeHuman*TM qui propose de paramétrer entièrement un être humain virtuel afin de l'importer ensuite sous le logiciel (fig.74).

Nous avons pu ainsi choisir de représenter un individu asexué, c'est-à-dire sans caractéristique sexuel (seins et hanches pour les femmes, largeur d'épaule pour les hommes par exemple) et sans organes génitaux. Le poids moyen est calculé à chaque fois en fonction de la taille, celle-ci pouvant varier de 1 mètre 08 à plus de 2 mètres. *MakeHuman*TM nous a donc semblé particulièrement adapté pour la mise en volume des individus de taille adulte mais également pour les immatures à partir de la classe d'âge 5-9 ans (fig. 75).

Pour les jeunes immatures (0-4 ans), il est très difficile de trouver une représentation fidèle en volume, la plupart des modèles payants ou gratuits étant issus du monde de l'animation et non de la science.

Le modèle choisi est donc scientifiquement inexact mais est visuellement réaliste et les rapports entre les différents segments anatomiques sont respectés. Le modèle a été mis à l'échelle grâce aux coordonnées relevées (fig. 76).

⁶⁷ L'estimation de la stature pour chaque individu a été établie d'après la mesure des os longs (cf. *infra* p54).

⁶⁸ En raison de la mauvaise conservation des ossements, la détermination du sexe n'a pu être réalisée pour un grand nombre d'individus, 14 sur les 154 contenus dans les deux tombes.

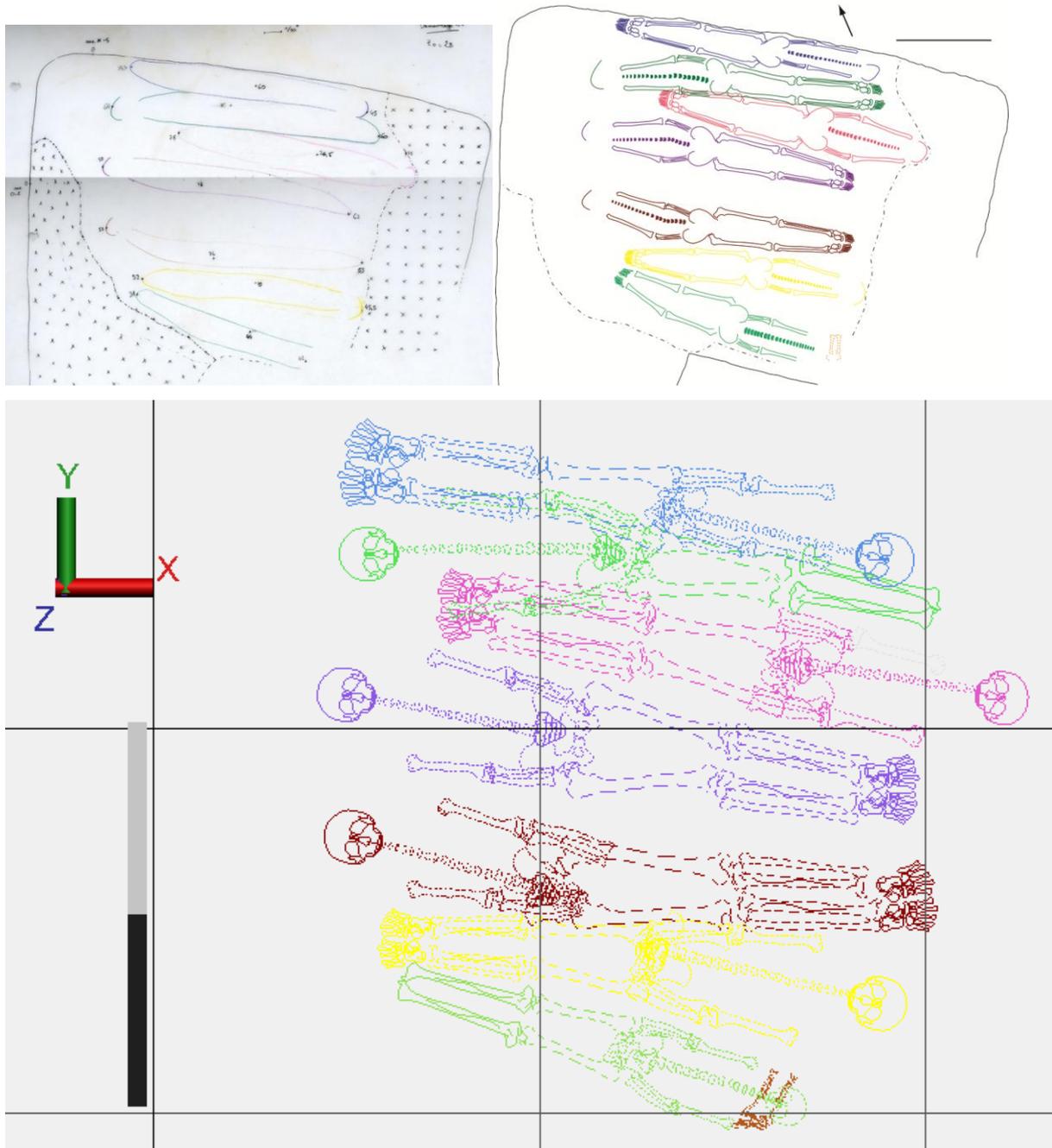


Figure 77 : Relevé de terrain et mise au propre, vue supérieure du niveau 1 avec les squelettes en volume.

Une fois les différents modèles de squelette ou de corps en volume choisis, nous avons dû mettre au point de quelle manière les vestiges osseux relevés et les vestiges hypothétiques, les immatures et les adultes, les hommes et les femmes sont différenciés au sein du modèle. Nous présenterons tout d'abord les étapes de l'élaboration du modèle scientifique.

II.3.1.3. De la 2D à la 3D : du squelette relevé au corps en volume

Le modèle scientifique se constitue de trois étapes indépendantes pour l'analyse mais complémentaires pour l'élaboration du modèle basé sur les minutes de terrain.

Du relevé au squelette 2D :

La première étape consiste en la modélisation des relevés de la manière la plus fidèle possible avec l'utilisation d'un squelette filaire repris des fiches de démontage utilisée en anthropologie biologique⁶⁹. Les coordonnées ont été directement appliquées aux contours des ossements en respectant au mieux la localisation du point relevé sur le terrain. Pour certains os, le point relevé est relativement normés comme le grand trochanter pour le fémur lorsqu'il est présent, la première vertèbre sacrée entre autre. L'altitude a également été appliquée à chaque point. Toutefois, ce squelette en deux dimensions reste une représentation sous la forme d'un simple trait sans épaisseur, ni profondeur (fig. 77).

Les faces d'apparition des ossements ont donc été prises en compte dans une moindre mesure, on discernera simplement les vues antérieures, postérieures ou latérales. Les couleurs appliquées au squelette filaire sont celle des relevés afin de faciliter la visualisation de la représentation du calque au modèle, notamment durant les étapes de vérification. Le numéro attribué au squelette est celui attribué lors de la fouille. Cette première étape a permis d'explicitier les relevés sur lesquels les ossements ou segments osseux ne correspondaient qu'à de simple bâton et mettre en évidence d'éventuelles erreurs ou incohérences aux niveaux des coordonnées. Les squelettes filaires ont été classés dans un premier temps par niveau de dépôts, d'après ceux déterminés par le diagramme stratigraphique.

⁶⁹ Cf. *supra* II.1.3

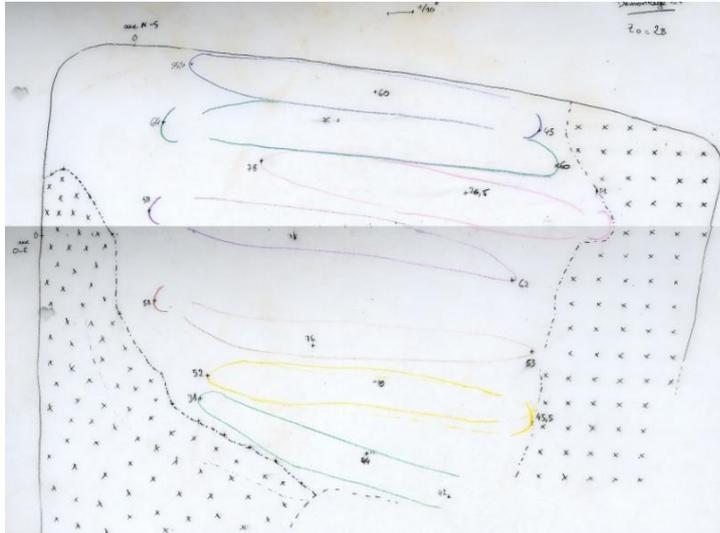


Figure 78 : Vue supérieure du niveau 1, squelette 3D.

Ce type de représentation a permis de vérifier les coordonnées acquises et d'étudier les rapports d'altitudes, sans tenir compte de l'épaisseur des ossements, seulement d'après les mesures prises sur le terrain en partie supérieure des ossements. Cette étape nous a également permis de repérer les imbrications mais pas de les discuter puisqu'il s'agit de squelette filaire en deux dimensions il n'est pas possible de visualiser correctement les rapports entre les ossements sans notion d'épaisseur ou de profondeur.

Cette première étape est venue compléter le précédent travail de M. Coquerelle qui avait repris l'ensemble des relevés en dessin vectoriel afin d'en faciliter la lecture.

Du squelette 2D au squelette 3D

La deuxième étape concerne l'intégration des squelettes en volume, le passage à trois dimensions avec la prise en compte de l'épaisseur des ossements.

Le squelette utilisé est un squelette théorique sans réalité scientifique comme explicité dans les paragraphes précédents⁷⁰. Les coordonnées ont été appliquées de la même manière que pour le squelette filaire, os par os en tenant compte de la position de chaque point relevé sur le terrain. Les ossements ou segments anatomiques ont d'abord été ajustés à la taille de chaque individu (déterminé d'après l'estimation de la stature, d'après les points pris sur le terrain ou déduits des coordonnées) avant de leur appliquer des coordonnées X, Y, Z afin d'éviter toute distorsion liée à la mise à l'échelle sous le modèleur. Le positionnement de chaque ossement a été établi d'après les données recueillies sur le terrain, c'est à dire la mention de la face d'apparition de l'os et d'après les différentes photographies (fig. 78).

L'ensemble est organisé comme les squelettes filaires, les squelettes sont désignés par leur numéro de fouille et le maillage est de la même couleur que celui des relevés afin de faciliter la visualisation. Ils sont classés par niveau de dépôts. La compression des squelettes est particulièrement importante au sein des deux tombes étudiées du secteur central puisqu'il ne représente plus que 80 centimètres d'épaisseur pour un maximum de 78 individus pour la tombe X82 T18. L'intégration des squelettes tridimensionnels était donc indispensable pour comprendre l'agencement des dépôts dans leur intégralité, le degré d'imbrication mais également pouvoir restituer le volume initial de ces squelettes et ainsi considérer la gestion des dépôts.

⁷⁰ Cf. *supra* II. 2.2.2

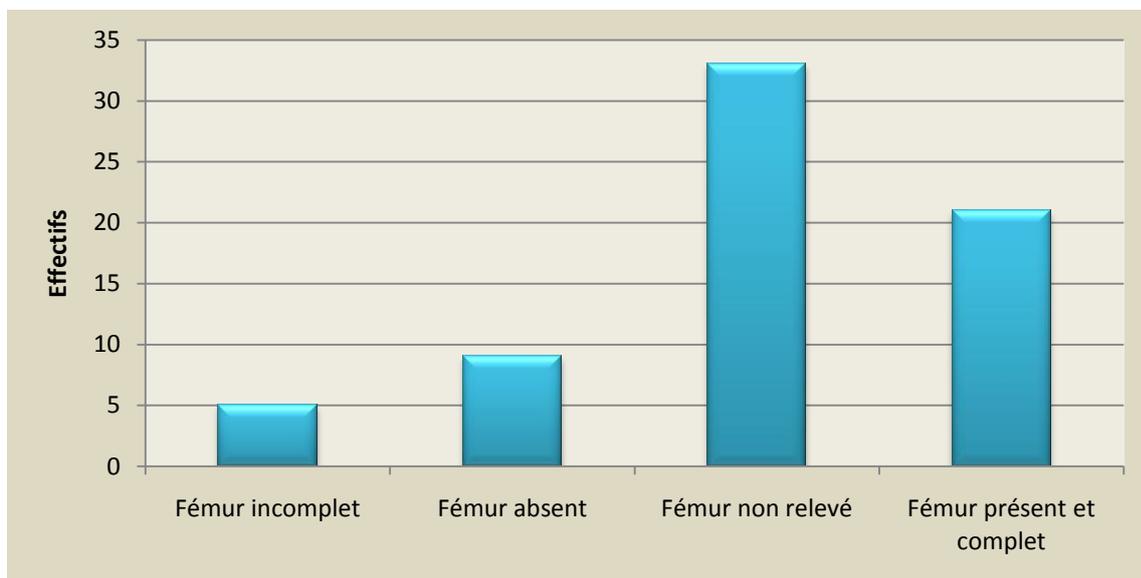


Figure 79 : Tombe 18, effectifs pour l'estimation de la stature.

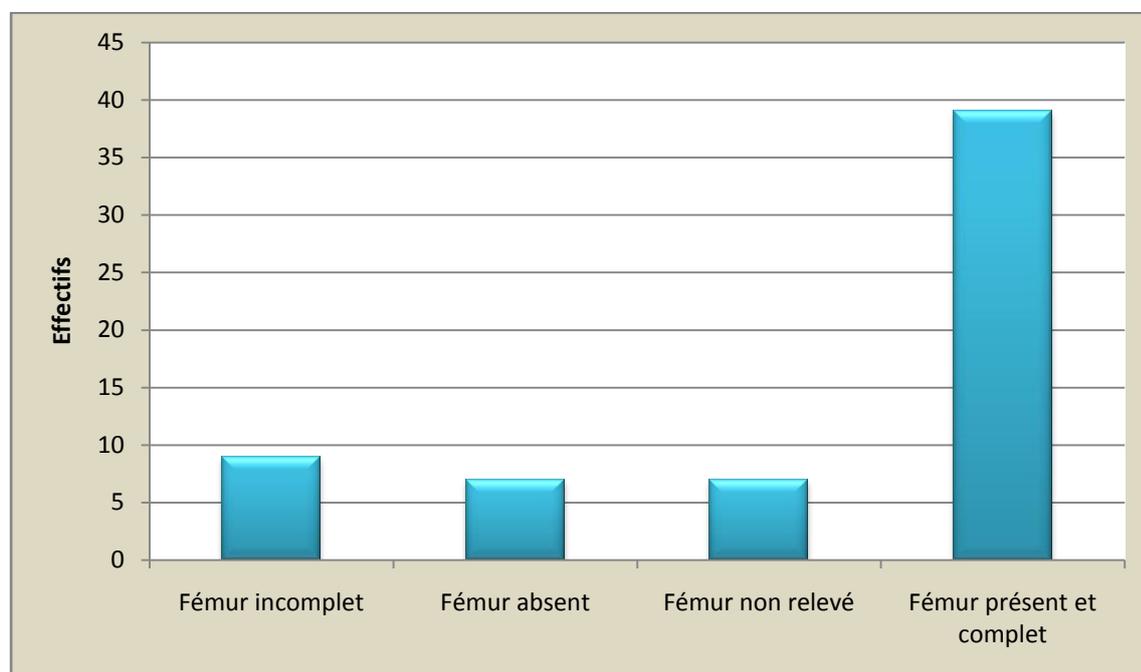


Figure 80 : Tombe 16, effectifs pour l'estimation de la stature.

L'intégration des squelettes tridimensionnels au modèle constitue un premier niveau d'interprétation avec l'application d'une épaisseur moyenne des ossements facilitant de plus, le positionnement de chaque individu et la visualisation des relations entre les individus tels que les imbrications.

Des squelettes au corps en volume

Pour le squelette en volume, l'estimation de la stature n'était pas indispensable puisqu'en jouant sur les proportions de la taille d'un ossement, tous les autres segments osseux se mettent automatiquement à l'échelle. Elle nous est indispensable pour adapter les corps en volume à chaque individu et nous a servi pour la compréhension de la gestion des corps. L'estimation de la stature a été effectuée pour les deux tombes sur la population adulte. L'ossement pris en compte pour l'estimation de la stature est le fémur. Lorsque le fémur était absent ou n'a pu faire l'objet d'un relevé au complet, nous avons comparé la taille d'un autre os long du type tibia ou humérus pour en déduire la stature, par analogie (fig. 79 et 80). Nous sommes partie de la longueur maximale du fémur déterminée d'après le relevé, aucune comparaison n'a pu être effectuée avec une longueur mesurée sur le site afin d'apprécier l'erreur.

Par contre, nous avons comparé les mesures prises sur le terrain pour les os des sujets immatures avec les valeurs obtenues d'après les relevés, les écarts sont peu importants de l'ordre de 1 centimètre ce qui correspond à l'erreur calculée lors du test sur la X83⁷¹.

Afin d'estimer la stature d'après la longueur maximale du fémur, nous nous sommes appuyés sur les équations établies par Trotter et Gleser en 1952 et revues par Cleuvenot et Houët en 1993⁷² et ce pour les adultes de sexes indéterminés. Pour la tombe 16, la stature de 39 individus adultes ou grand.ad./adultes sur 63 a pu être déterminée, le score pour la tombe 18 est moins bon avec 21 individus sur 68. Ce résultat est à nuancer car pour les premiers niveaux de dépôts de la tombe 18, la conservation suffisamment bonne n'a pas nécessité de multiplier les prises d'altitude pour comprendre le positionnement des individus. Toutefois, la mesure de la stature sur le relevé n'est pas exploitable car les individus se sont décomposés en suivant le profil du fond de la tombe ce qui a créé des écarts entre les articulations non mesurable et qui augmenterait la stature mesurée.

⁷¹ Cf. infra IV.2.1.1

⁷² Nous avons utilisé pour l'estimation de la stature d'après la longueur maximale du fémur l'équation suivante : $2.85M1 + 39.20 \pm 4.13$, M1 étant la longueur maximale du fémur.

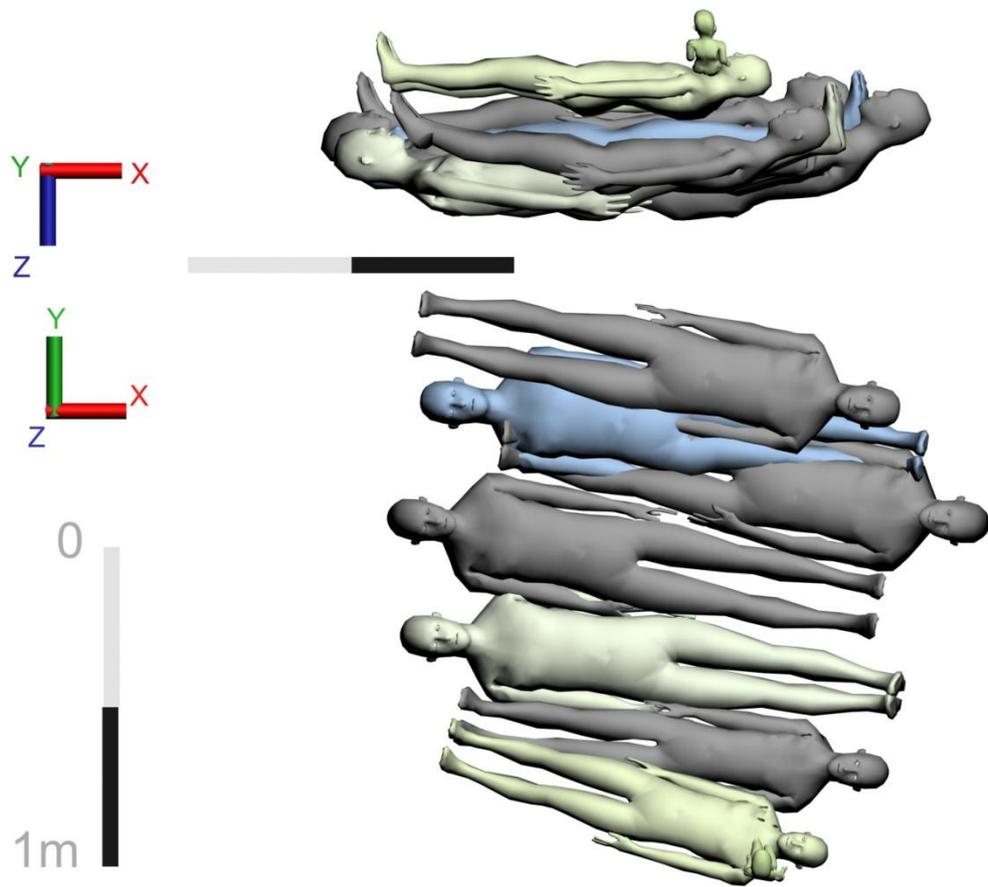


Figure 81 : Vue de profil et vue supérieure des individus du niveau 1 mis en volume.

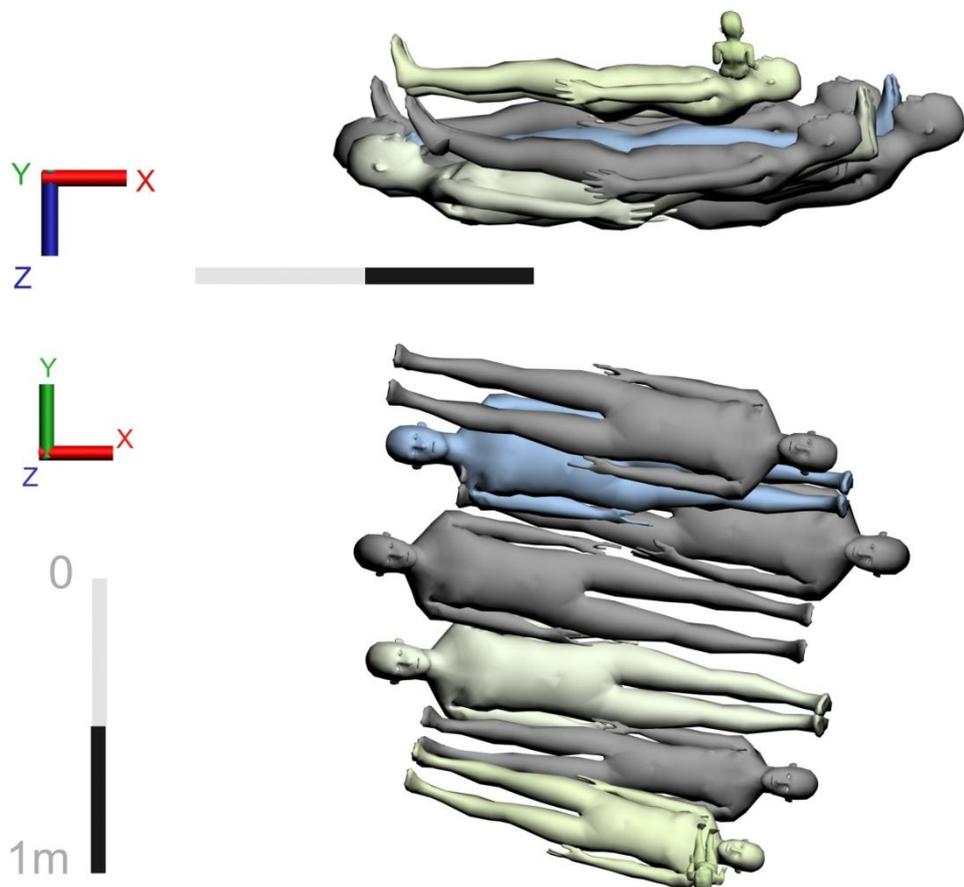


Figure 82 : Vue de profil et vue supérieure des individus du niveau 1 mis en volume et sans imbrication.

De même, les longueurs maximales mesurées d'après les relevés sont à considérer avec précaution puisque nous ne connaissons pas précisément le point de mesure pour chaque fémur, notamment au niveau de l'extrémité proximale à savoir s'il s'agit de la tête fémorale ou du grand trochanter⁷³. L'erreur engendrée par l'imprécision du relevé est répétée dans les deux tombes donc nous n'en avons pas tenu compte pour les comparaisons effectuées sur les statures entre les deux tombes.

La dernière étape, la mise en volume des corps, vise à intégrer la représentation des individus au moment de leur dépôt en tant que cadavre. De la même manière que pour les étapes précédentes, les corps sont d'abord intégrés et positionnés d'après les coordonnées relevés pour chaque individu. Le positionnement des membres tient compte des mouvements anatomiquement réalisable et non pas des éventuels perturbations liées aux « jus » de percolation et au mouvement des ossements sus ou sous-jacent. L'intégration des corps en volume constitue un second niveau d'interprétation (Sachau *et al.* 2011 : 220).

Nous avons donc choisi de créer deux ensembles distincts de corps, l'un conservant le positionnement liés aux coordonnées et l'autre cherchant à retrouver le volume initial occupé ce qui a permis de conserver les informations vérifiées tout en testant un ensemble d'hypothèse (fig. 81). Il a été nécessaire de désimbriquer l'ensemble des corps afin de garder toute cohérence quant à la représentation.

En effet, la mise en volume des corps accentue le degré d'imbrication des squelettes, il était alors nécessaire de chercher à restituer le volume initial occupé par les corps.

Nous avons procédé individu par individu en partant du premier niveau déposé. Pour le premier niveau déposé, il s'agit seulement de garder les mêmes coordonnées X, Y et de modifier l'altitude liée à l'épaisseur du corps. Pour les niveaux suivants, nous avons procédé selon la logique des dépôts et situé un individu par rapport aux individus sous-jacents et aux individus le jouxtant tout en restant au plus proche des coordonnées X et Y initiales, les individus étant relativement contraint au niveau des épaules, il a été nécessaire dans ce cas d'en tenir compte car nous n'avons pas pu reproduire cette constriction sur les corps en volume car il ne nous était pas possible à partir des données d'évaluer le volume des chairs pour chaque individu. Toutefois, l'altitude est pour beaucoup d'individus le seul paramètre à modifier (fig. 82).

⁷³ Cependant, pour chaque individu c'est la longueur maximale mesurable sur le terrain qui a été relevé pour chaque ossement.

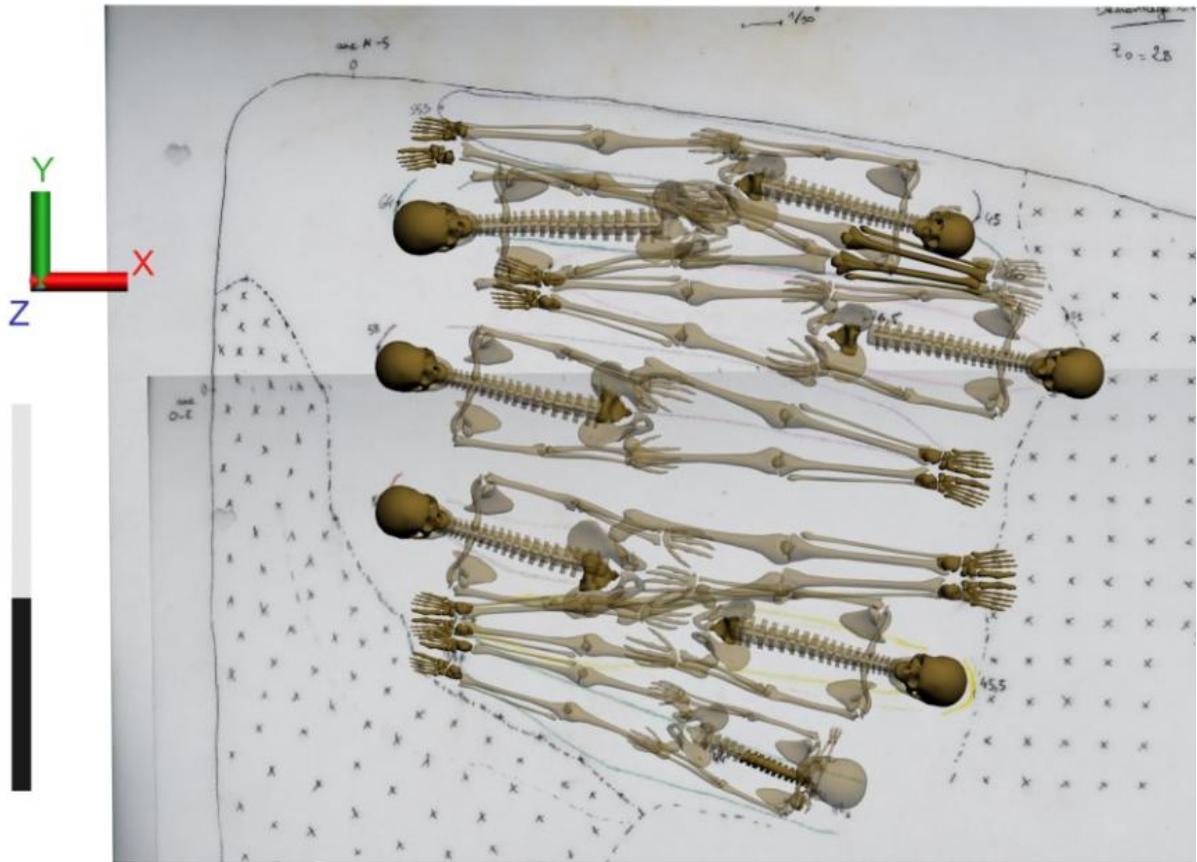


Figure 83 : Squelettes 3D du niveau 1 superposé au relevé et à la photographie du niveau pour la vérification.

La restitution en volume de l'ensemble des corps déposés permet une meilleure visualisation de l'agencement initial de la tombe et facilite la valorisation et la diffusion des hypothèses sur la gestion des corps. En effet, la mise en couleur des corps permet d'identifier plus clairement la répartition des hommes et des femmes, ou en encore des immatures, c'est sur cette forme de représentation qu'un certain nombre d'analyses ont été menées car elle était visuellement plus pratique car plus explicite. Les numéros utilisés pour désigner les corps sont comme pour les étapes précédentes ceux utilisées lors de la fouille (Sachau *et al.* 2010 : 166). La couleur du maillage correspond à celle du relevé, la couleur du corps correspond aux caractéristiques sexe et âge.

Le modèle ainsi établi se compose d'un ensemble de calque présentant les individus sous trois formes du relevé au volume corporel. L'ensemble des modélisations constitue le modèle scientifique mais ce que nous appellerons également la scène.

Il nous a paru essentiel de pouvoir vérifier à tout instant le positionnement d'un os, d'un corps afin de ne pas fausser l'analyse. Nous avons donc inclus l'intégralité des relevés et des photographies générales les plus précises recalés en altitude afin de pouvoir superposer chaque individu de chaque niveau de dépôt avec les documents qui ont permis d'établir le positionnement des ossements et ce quelle que soit la forme de sa représentation, du squelette filaire au corps (fig. 83). Le positionnement de chaque individu est ainsi vérifié puis en cas de discordance entre les deux, les données archéologiques, les coordonnées des individus sont revus et discutés. Afin de valider l'ensemble de ces étapes, nous avons régulièrement fait le point avec les acteurs de la fouille de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin afin de pouvoir discuter le modèle scientifique dans son ensemble et notamment le positionnement de chaque individu avant toute analyse. Les squelettes au sein du modèle ont tous été nommés et classés par type de représentation et par niveau afin de structurer au mieux le modèle scientifique au vue de la quantité importante d'informations amenées à y figurer.

L'intégration des vestiges disparus

En effet, il a été nécessaire pour la compréhension d'intégrer des individus pour lesquelles aucun relevé n'avait pu être fait, les vestiges étant trop ténus, il s'est alors s'agit de déduire leur position en fonction des autres individus et des indications fournies par le cahier de fouille et les photographies.

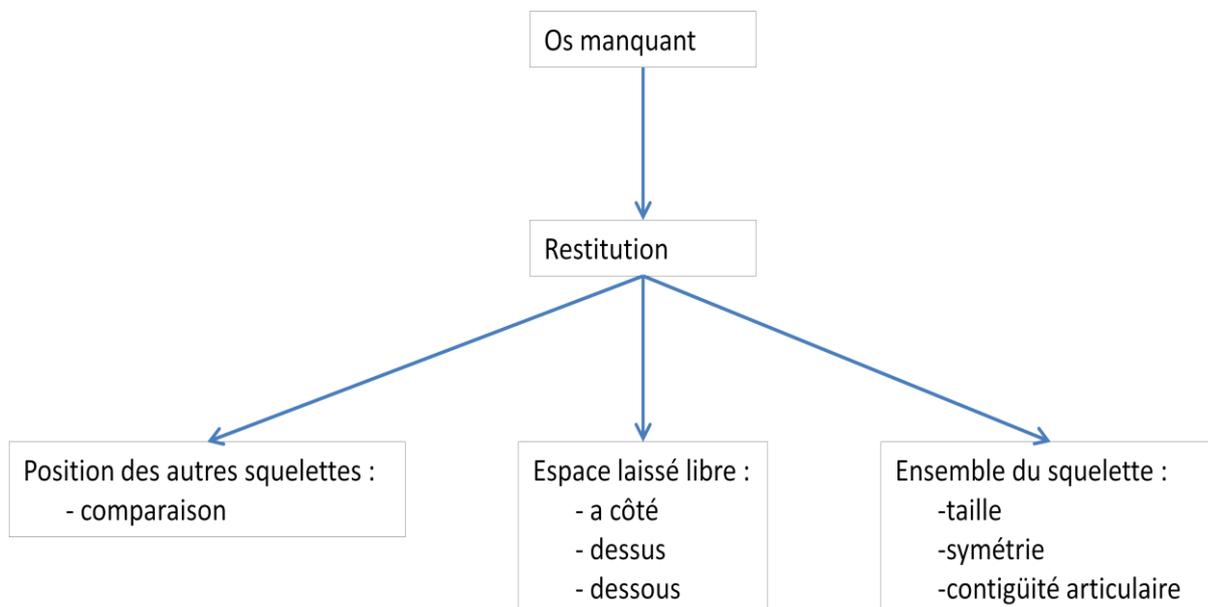


Figure 84 : Schéma du processus de restitution des os manquants.

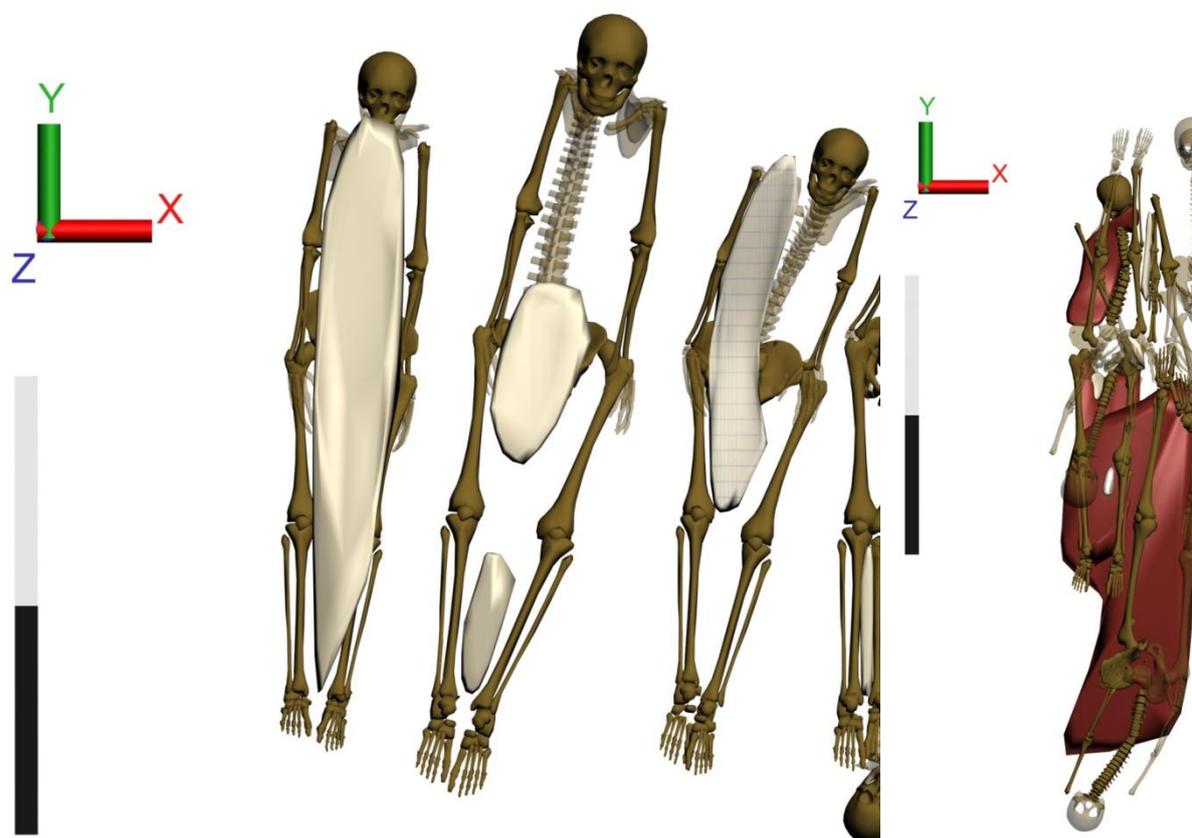


Figure 85 : Éléments de l'appareil funéraire restitués dans la tombe 18 : le plâtre en beige, le tissu associé au plâtre en beige rayé gris et l'ambre en brun.

Pour l'estimation de la taille de ces individus, nous nous sommes fondés sur une taille moyenne de l'ensemble des individus et sur l'espace disponible pour ces individus⁷⁴. Toutefois, tous les relevés ne présentent pas le même degré de précision liés aux conditions de la fouille et à la conservation des squelettes.

Peu de squelettes ont pu être relevés dans leur intégralité, il était toutefois logique d'inclure les ossements non relevés pour l'analyse. Tout d'abord, il a fallu mettre à l'échelle les ossements manquants pour chaque individu puis étudier le plus précisément possible la place disponible, la symétrie et les contiguïtés articulaires s'ils y en avaient. Pour la symétrie, il s'agit d'observer, lorsque possible, la position du membre opposé afin d'en déduire la position de l'os manquant. Pour la contiguïté articulaire, il s'agit de prendre en compte le ou les os avec lequel s'articule l'os manquant et de déterminer d'après la ou leur face d'apparition, la face d'apparition de l'os manquant. L'étude de la place disponible permet surtout d'appréhender le pendage de l'os et les éventuels mouvements donc il a pu être l'objet. De même, il a été tenu compte de la position adoptée par les autres individus au sein de la tombe et selon le genre et l'âge si c'était possible. Toutefois, cette logique de restitution ne peut réellement tenir compte des mouvements post mortem ou le dépôt dans des positions non anatomique.

La position des os manquants reste donc le fruit d'hypothèses mais sont utiles dans la compréhension de la position de chaque individu, du fonctionnement global de la tombe et permettent d'appréhender l'espace occupé (fig. 84). Les hypothèses pour chaque os manquant ont été menées sur les trois formes de représentation des individus de la 2D en filaire au corps au volume.

Il était indispensable de pouvoir identifier visuellement les ossements manquants dont le positionnement était hypothétique, des os ayant fait l'objet d'un relevé, nous avons donc mis au point un code couleur et graphique que nous vous détaillerons dans le chapitre suivant.

La représentation de l'appareil funéraire

L'appareil funéraire qui joue un rôle important dans la compréhension des pratiques et du fonctionnement des dépôts a également été intégré à la modélisation (fig. 85). L'acquisition des coordonnées est réalisée sur les relevés numérisés, sous le logiciel de dessin vectoriel comme développé précédemment. Les coordonnées sont ensuite enregistrées dans un tableur en distinguant les vestiges en relation avec un individu de ceux isolés.

⁷⁴ En l'absence complète d'os longs.

L'appareil funéraire a principalement été modélisé à partir de formes géométriques simples auxquelles sont appliquées les coordonnées relevées, l'épaisseur standard est de deux centimètres car aucune épaisseur n'était indiquée sur les minutes de terrain et les relevés comportent seulement les altitudes supérieures et non les inférieures⁷⁵. Lorsque la position du vestige était suffisamment explicitée ou que l'épaisseur était précisée, celle-ci a été systématiquement reportée sur le modèle.

Les éléments de l'appareil funéraire relevés sont principalement le plâtre, le tissu, l'ambre et la résine lorsque la quantité et la conservation le permettent. Les fils d'or n'ont pu être modélisés de la même manière liés à l'indigence des vestiges et à la difficulté d'association à un individu au même titre que les paillettes d'ambre ou la résine. La représentation de ces éléments est liée à l'indigence des vestiges et donc aux enregistrements disparates. L'appareil funéraire est regroupé en calques différents classés par niveau de dépôt, chaque élément comportant le nom de la matière et l'individu auquel il est associé. Un calque à part comporte les éléments sans association avec des vestiges osseux.

Le temps : la 4^e dimension

Au-delà de la représentation tridimensionnelle de l'ensemble des tombes, une autre dimension peut-être ajoutée, le temps. En effet, celui-ci n'est pas le même entre la représentation filaire qui est le reflet des relevés effectués lors de la fouille et la représentation en volume qui correspond au moment où les cadavres ont été déposés.

Plusieurs phases chronologiques peuvent donc être appréhendées au sein du modèle et la mise en évidence de la chronologie des dépôts permet d'appréhender des jalons chronologiques qui ne pourront toutefois pas être exprimé en termes de semaine, de mois ou d'années.

Une chronologie relative a pu être établie au sein de la tombe en elle-même en tenant compte de l'ordre de dépôt des individus au sein de chaque niveau. En effet, en fonction du diagramme stratigraphique et des relations entre les individus, il a été possible d'établir l'ordre de dépôt des individus et la succession des niveaux et dépôts. Nous avons utilisé l'outil de création des vidéos afin de mettre en image nos hypothèses sur la restitution de la chronologie, un repère temporel appelé clé au sein du logiciel est attribué à chaque squelette.

⁷⁵ En grande partie liée à la conservation des vestiges.

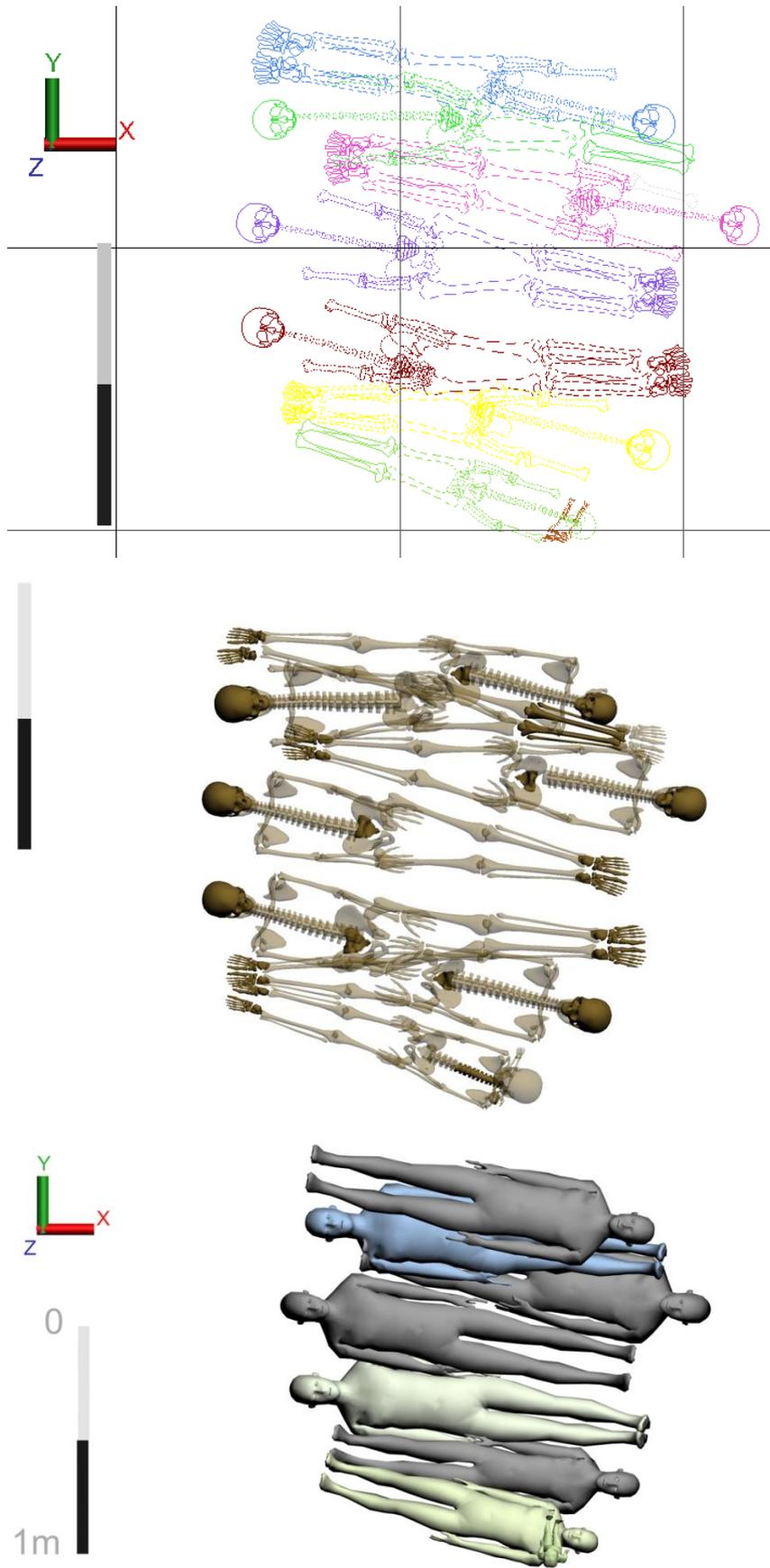


Figure 86 : Les différents types de représentation au sein de la modélisation : filaire, 3D et en volume.

Cet outil nous permet d'appréhender la logique des dépôts niveau par niveau et surtout individu par individu tout en offrant la possibilité de « s'arrêter » à un moment donné, de revenir en arrière, d'aller plus en avant et d'exporter le modèle sous forme de vidéos ou d'illustrations.

Pour ces vidéos, la durée entre chaque dépôt d'individu et entre deux niveaux de dépôts est considérée comme identique même si dans la réalité elle ne l'a sans doute pas été mais nous n'avons aucun moyen de l'appréhender ou de la quantifier au vu des données actuelles.

Le modèle scientifique établi permet donc de réfléchir à une chronologie relative pour les deux tombes étudiées et non pas à une chronologie absolue.

II.3.1.4. Choix de la représentation : code colorimétrique

Pour faciliter la représentation et la compréhension de l'ensemble de la modélisation, il était nécessaire de mettre au point un ensemble de code couleur et graphique.

La modélisation est organisée en fonction des trois types de représentation, squelette filaire, squelette tridimensionnel et corps en volume, de la 2D à la 3D (fig. 86). Sous le logiciel de modélisation, cette organisation se traduit par l'attribution d'un calque à chaque niveau de dépôt et par type de représentation. Les ossements sont indépendants mais regroupés au sein d'une entité, le squelette, avec un numéro⁷⁶ puis intégré au sein d'un niveau de dépôts quelle que soit le type de représentation. Grâce à la numérotation des squelettes, il est alors possible de faire appel à chaque squelette indépendamment du niveau auquel il appartient et selon la figuration choisie.

Dans le cas de la représentation filaire, la couleur appliquée au trait de contour des ossements correspond à celle utilisée sur les relevés, l'identification des individus en est ainsi facilitée.

Le trait plein correspond aux os qui ont fait l'objet d'un relevé sur le terrain, le trait pointillé correspond aux ossements dont le positionnement est hypothétique (fig. 86). L'appréciation de l'âge des individus se fait d'après le format. A cette étape de la modélisation les informations apportées par la mise en évidence du sexe des inhumés (homme, femme, indéterminé) sont peu lisibles, nous avons donc choisi de ne pas faire de différenciation.

⁷⁶ Identique à celui attribué lors de la fouille.

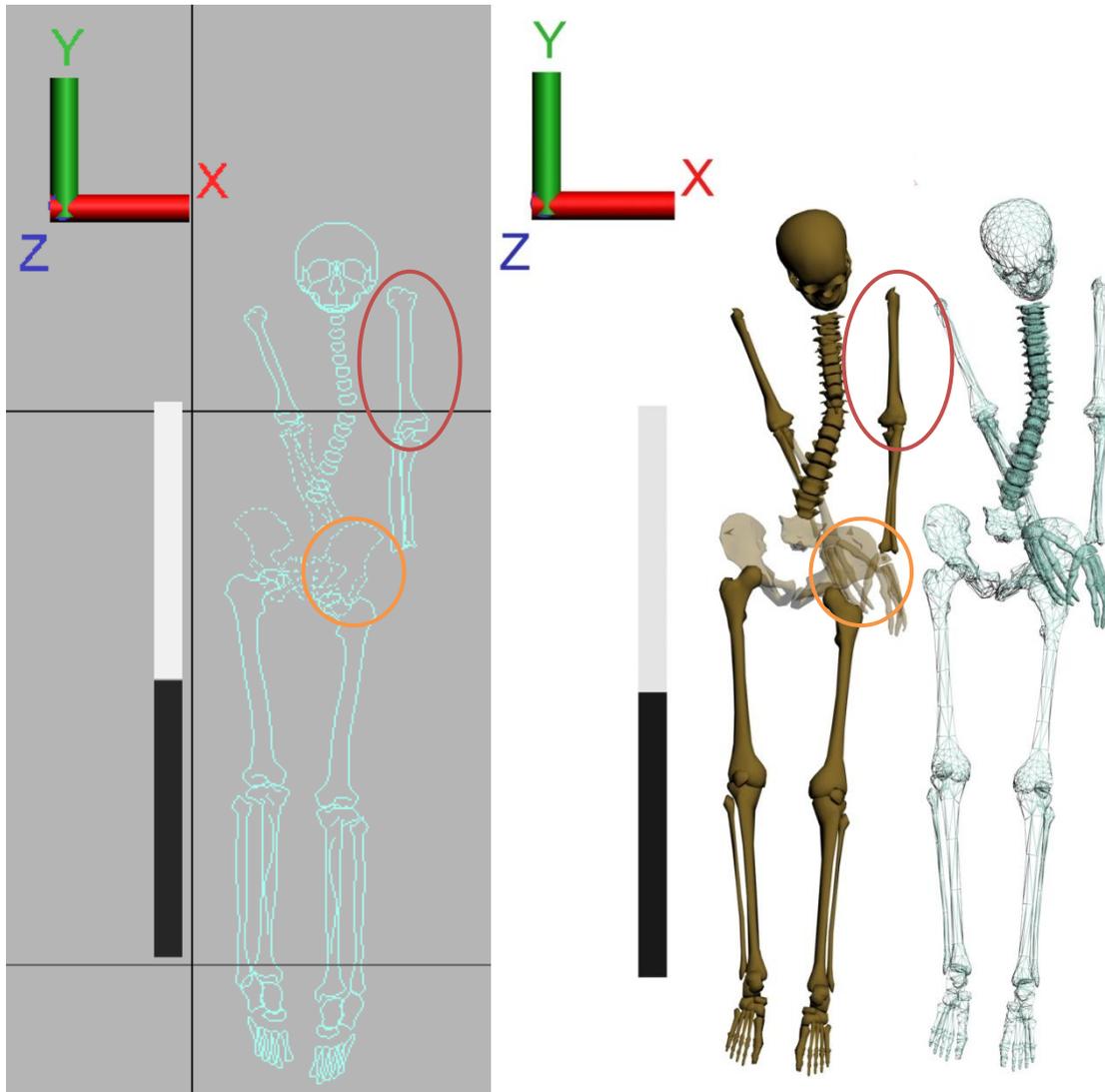


Figure 87 : Distinction entre ce qui est conservé cerclé en rouge et ce qui est restitué cerclé en orange, vue du maillage du squelette.

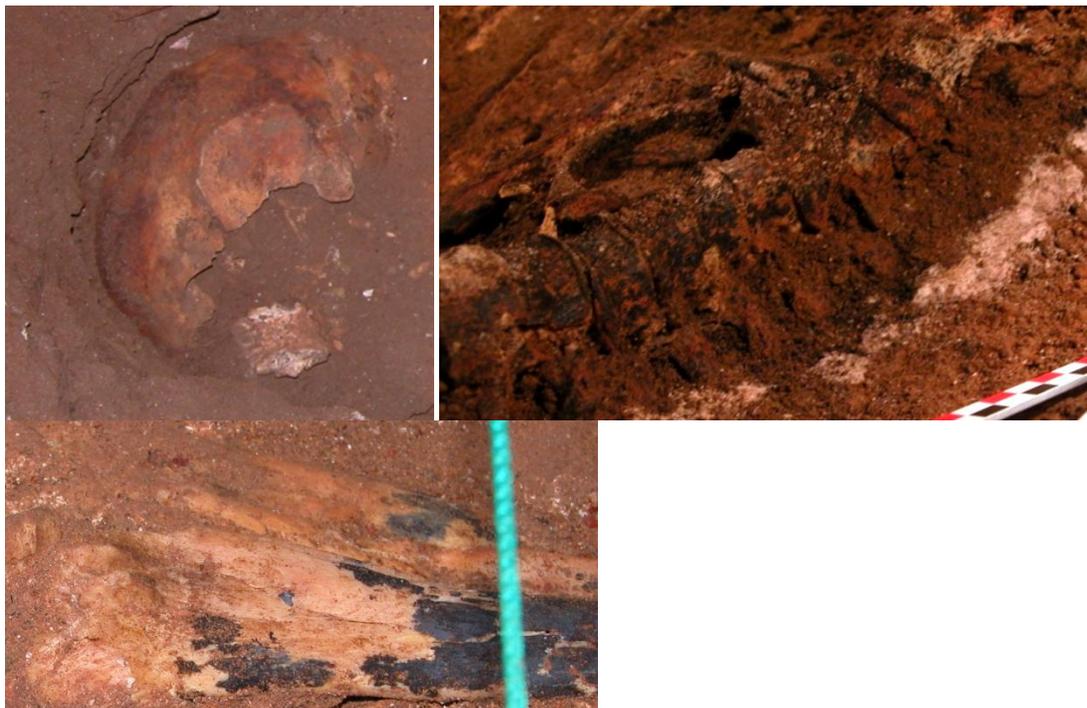


Figure 88 : Illustration des différentes teintes prises par les ossements au sein de la tombe 18 (cl. mission 2005)

La représentation du modèle de squelette tridimensionnel dépend de la vue utilisée, l'une concernant la vue sous forme de maillage, l'autre la vue texturée. En effet, le squelette tridimensionnel est composé de points réunis par des segments qui forment des triangles ou polygones qui constituent un ensemble appelé maillage.

Différencier au niveau du maillage, l'os hypothétique de l'os relevé n'est pas pertinent car il s'agit d'une interface de travail qui permet de visualiser et modifier chaque élément constitutif du maillage (sommets, segments) et qui donne une mauvaise estimation des profondeurs puisque l'espace au sein des triangles est vide. L'élaboration d'images dans cette vue ne sert qu'à illustrer un point précis, la couleur employée pour le maillage correspond donc aux couleurs attribués par individu sur les relevés (fig. 87). La vue texturée est celle destinée à être étudiée et diffusée, les os hypothétiques sont restitués en transparences contrairement aux os relevés qui sont en opaques. La transparence permet de visualiser rapidement les os sous-jacent et à proximité qui justifie le positionnement de l'ossement en transparence. Elle permet également de ne pas induire en erreur l'observateur en proposant une opposition visuelle forte avec les os en opaques dont le positionnement est assuré (fig. 87).

La couleur du modèle de squelette a été établie d'après les photographies afin d'être au plus proche de la réalité, cependant il s'agit d'une couleur unie et non d'un placage de texture issue des photographies. Deux raisons, l'une visuelle, l'autre scientifique, la texture issue de photographies apporte des jeux d'ombre et de lumières sur l'ossement modifiant ainsi la couleur en fonction du point de vue et de plus, nous n'avons aucun renseignement sur le type d'éclairage utilisé pour venir déposer les corps. La couleur des os sur les photographies est le reflet de l'altération de l'os par le temps mais également l'ensemble des composants chimiques et organiques l'entourant, certains sont par exemple noircis par le contact des résidus de matières organiques et de résine, d'autres blanchis par le contact avec le plâtre (fig. 88). Afin de conserver l'information première, c'est-à-dire le positionnement des ossements avant de discuter de l'appareil funéraire, il nous a semblé plus judicieux de conserver une couleur neutre, proche de la couleur réelle observée en règle générale sur les ossements du secteur central de la catacombe.

De même que pour l'utilisation du squelette filaire, la différenciation des adultes et des immatures pour les squelettes tridimensionnels ce fait par rapport au format. La différenciation par rapport au sexe des individus ne nous a pas paru pertinente à ce stade de la modélisation car peu d'individus ont été sexés.

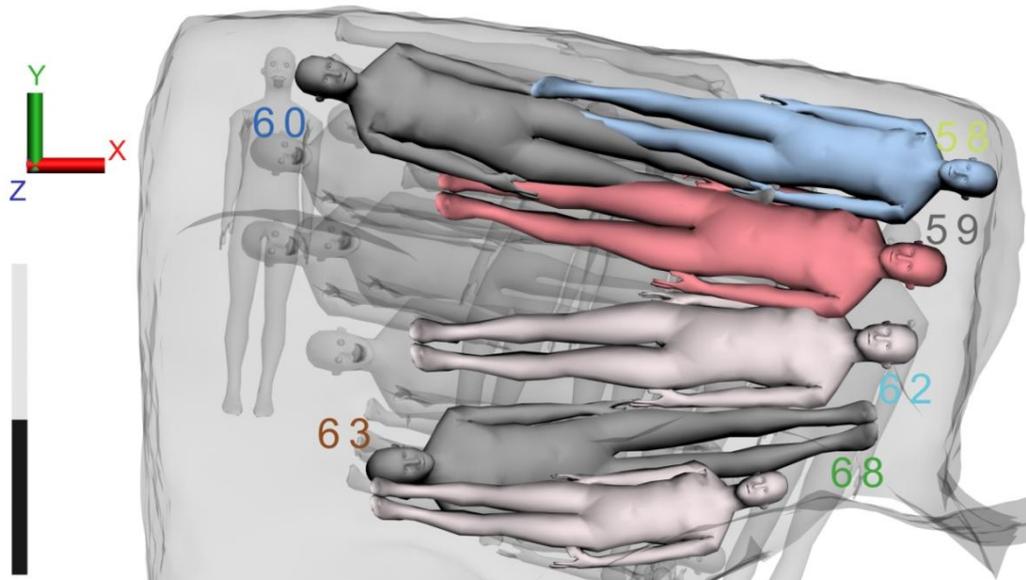


Figure 89 : Les sujets féminins (rouge), féminin possible (rose) et masculins possible (bleu) du niveau 5 de dépôt, tombe 18.

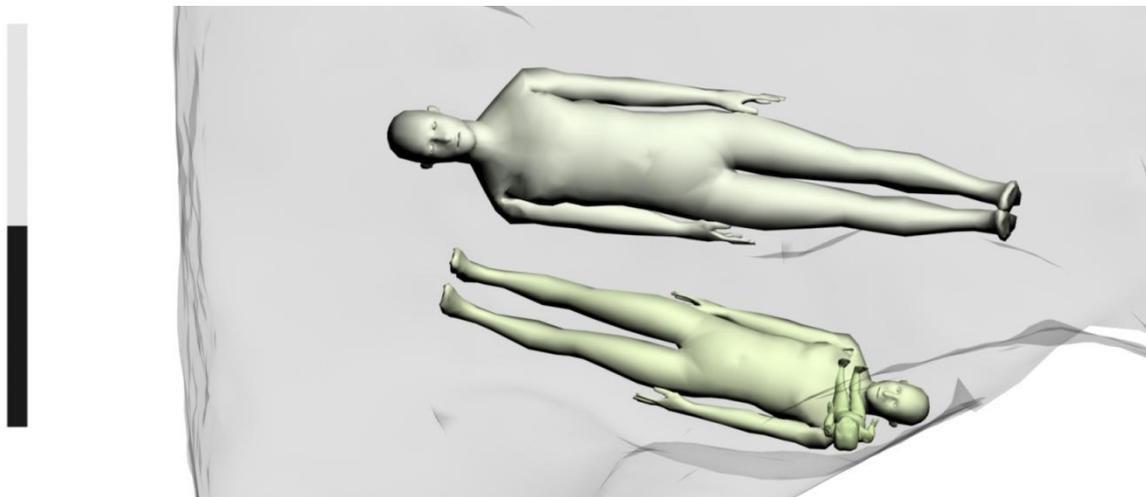


Figure 90 : Vue supérieure du niveau 1, deux sujets immatures en vert, un grand-adolescent/adulte en vert clair.

Pour les corps en volume, la démarche a été différente des autres étapes de la modélisation en ce qui concerne la restitution des ossements hypothétiques et relevés. En effet, il paraît peu probable que les cadavres n'aient pas été déposés dans leur intégralité au sein de la tombe.

Les ossements manquants sont le fait de mouvements au sein de la tombe ou d'une mauvaise conservation. La distinction n'apparaît donc pas au niveau du corps restitué. Grâce aux volumes il est possible de mieux appréhender la gestion de l'espace funéraire notamment les espaces vides et les espaces remplis. L'étude de la répartition des hommes et des femmes, des immatures et des adultes prend la tout son sens, des dégradés de couleur ont donc été mis en place pour mettre en évidence ces critères.

Les individus de sexe masculin sont représentés en dégradé de bleu, un bleu vif⁷⁷ quand il s'agit avec certitude⁷⁸ d'un individu de sexe masculin et un bleu clair lorsque le sexe masculin est supposé, pour les individus de sexe féminin un rouge clair pour une diagnose avec certitude et un rose pour un sexe féminin supposé. Les individus dont le sexe n'a pu être déterminé sont en gris (fig. 89).

En ce qui concerne, la mise en évidence de l'âge, le format est à prendre en compte mais nous avons également choisi de leur attribuer une couleur particulière pour les différencier des adultes dont le sexe n'a pu être déterminé, ils sont en vert (fig. 90). Afin de faire la différence entre les classes d'âge des sujets immatures, les plus jeunes sont en vert et les grands-adolescents/ adultes sont en vert pâle. Bien entendu, la mise en couleur des corps n'intervient que pour répondre à des problématiques précises développées au cours de l'étude, une couleur neutre proche du gris a été choisie pour les autres cas. De même que pour le modèle de squelette, les couleurs de maillage du modèle de corps correspondent à celles attribuées aux individus sur les relevés.

Pour la modélisation de l'appareil funéraire, il est essentiel de comprendre que l'ensemble des matériaux utilisés fonctionnaient ensemble lors du dépôt des cadavres mais la mauvaise conservation des vestiges en donne une vision différente. En effet, le plâtre associé aux tissus et aux fils d'or, à la résine et à l'ambre formait un ballot dont seuls quelques vestiges sont encore visibles.

⁷⁷ Aucun bleu vif n'apparaît sur les restitutions volumiques des corps pour les deux tombes puisque aucun sujet masculin sur n'a été identifié.

⁷⁸ C'est-à-dire lorsque l'étude biologique a permis de déterminer un sexe morphologique ou morphométrique avec une probabilité importante et un intervalle de confiance. (> 95%, 5%)

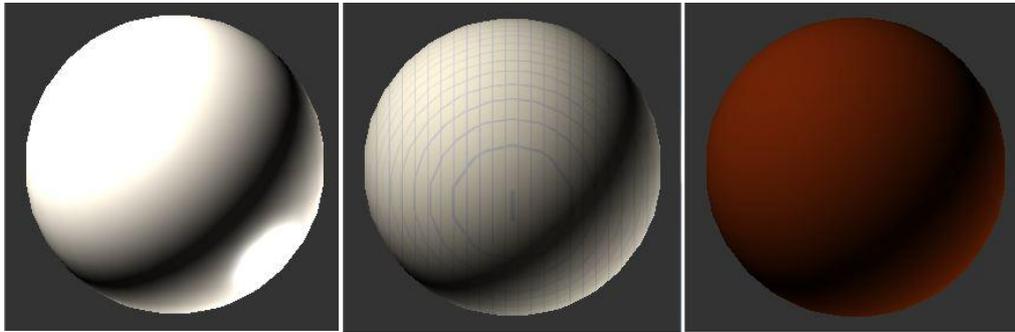


Figure 91 : Texture utilisé pour l'appareil funéraire, plâtre, tissu et ambre.

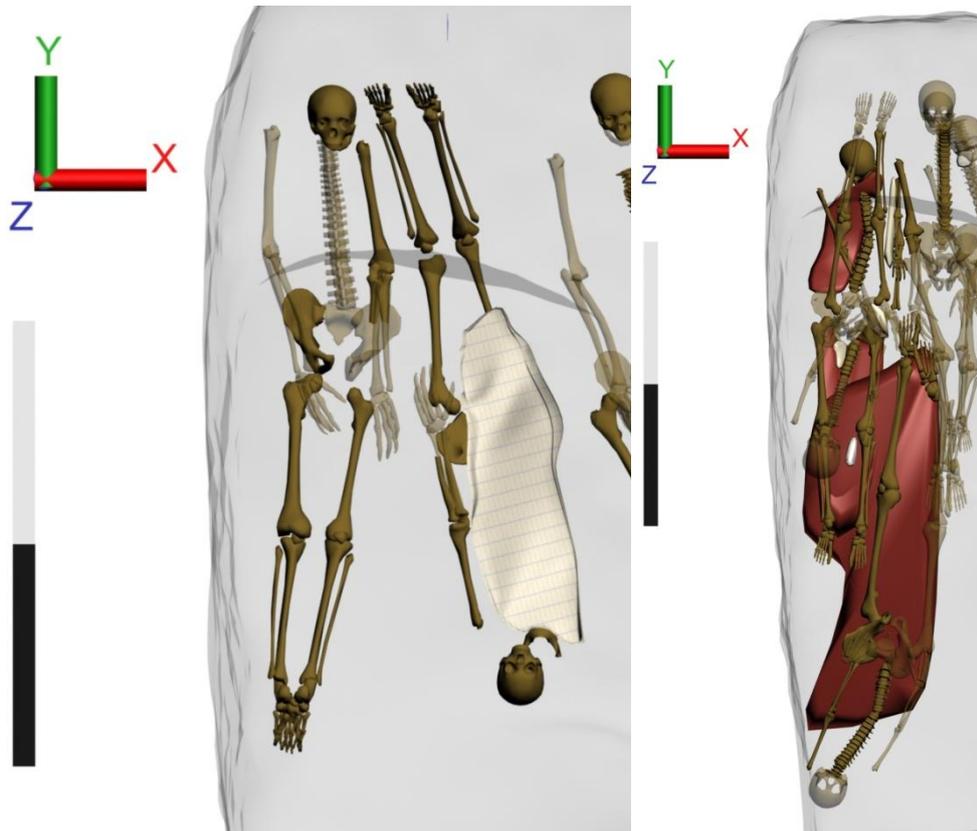


Figure 92 : Exemple d'appareil funéraire associé aux individus, tissu et ambre.

Squelette		Corps							
Ossement		Masculin		Féminin		Immature		Indéterminé	
Sur	Hypothétique	Sur	Possible	Sur	Possible	0 1 - 4	5 - 9 10 - 14	grand- adolescent/ adulte	adulte
Plein	Pointillé	X		X		Format		Format	
Opaque	Transparence	X		X		Format		Format	
X	X	Dégradé de bleu		Dégradé de rouge		Vert	Vert	Vert clair	Gris

Figure 93 : Récapitulatif du code colorimétrique employé pour l'ensemble des modélisations.

Nous avons choisi de travailler avec une couleur pour chacun des matériaux composant l'appareil funéraire puisque nous ne pouvons restituer l'ensemble de l'appareil funéraire pour chaque individu aux vues des données archéologiques disponibles. Nous avons donc choisi de ne mettre en évidence au sein de ce modèle que ce qui était conservé. L'application de texture issue de la photographie pour chaque élément représentait un travail trop fastidieux pour un résultat visuel très disparate. Nous avons donc choisi d'attribuer une couleur à chaque élément. Le plâtre est en beige, le tissu en beige rayé gris et l'ambre en brun (fig. 91 et 92). L'ensemble des codes couleur développé ici est entièrement modifiable et paramétrable en fonction du type d'informations que l'on cherche à mettre en évidence (fig. 93).

II.3.1.5. Extension à la T16

Pour la modélisation de la tombe X80 T16 nous avons procédé de manière semblable en adaptant la méthode développée pour la tombe X82 T18 et en simplifiant certaines étapes, nous évitant ainsi des itérations inutiles.

L'étape de l'acquisition des coordonnées peut être fastidieuse mais reste primordiale à tout travail de modélisation dans le cas qui nous intéresse.

La modélisation de la tombe X80 T16 s'appuie également sur l'acquisition des coordonnées de chaque ossement pour chaque individu et l'ensemble des données archéologiques et biologiques a été intégré à la synthèse des coordonnées. L'homogénéité des relevés de la tombe X80 T16 réalisés par le même fouilleur a simplifié la tâche d'acquisition des coordonnées.

Pour la modélisation de la tombe X82 T18, nous avons procédé par grandes étapes, d'abord les individus sous la forme de squelette filaire, puis sous la forme de squelette tridimensionnel et enfin en volume. Pour la tombe X80 T16, nous avons choisi de modéliser directement l'individu sous les trois formes mais en nous appuyant sur l'arborescence précédente, c'est-à-dire organisé sous forme d'un ensemble de calques définis par niveaux de dépôts et type de représentation. Ainsi nous avons pu appréhender beaucoup plus vite la répartition des individus au sein des niveaux de dépôts au détriment de la gestion globale mais cela nous a permis de discuter l'attribution d'individus sans niveaux précis au fur et à mesure et ainsi les inclure dans la restitution.

En ce qui concerne la désimbrication liée à la mise en volume des corps, celle-ci n'a pu être réalisée qu'une fois l'ensemble des individus modélisés comme lors de la modélisation de la X82 T18.

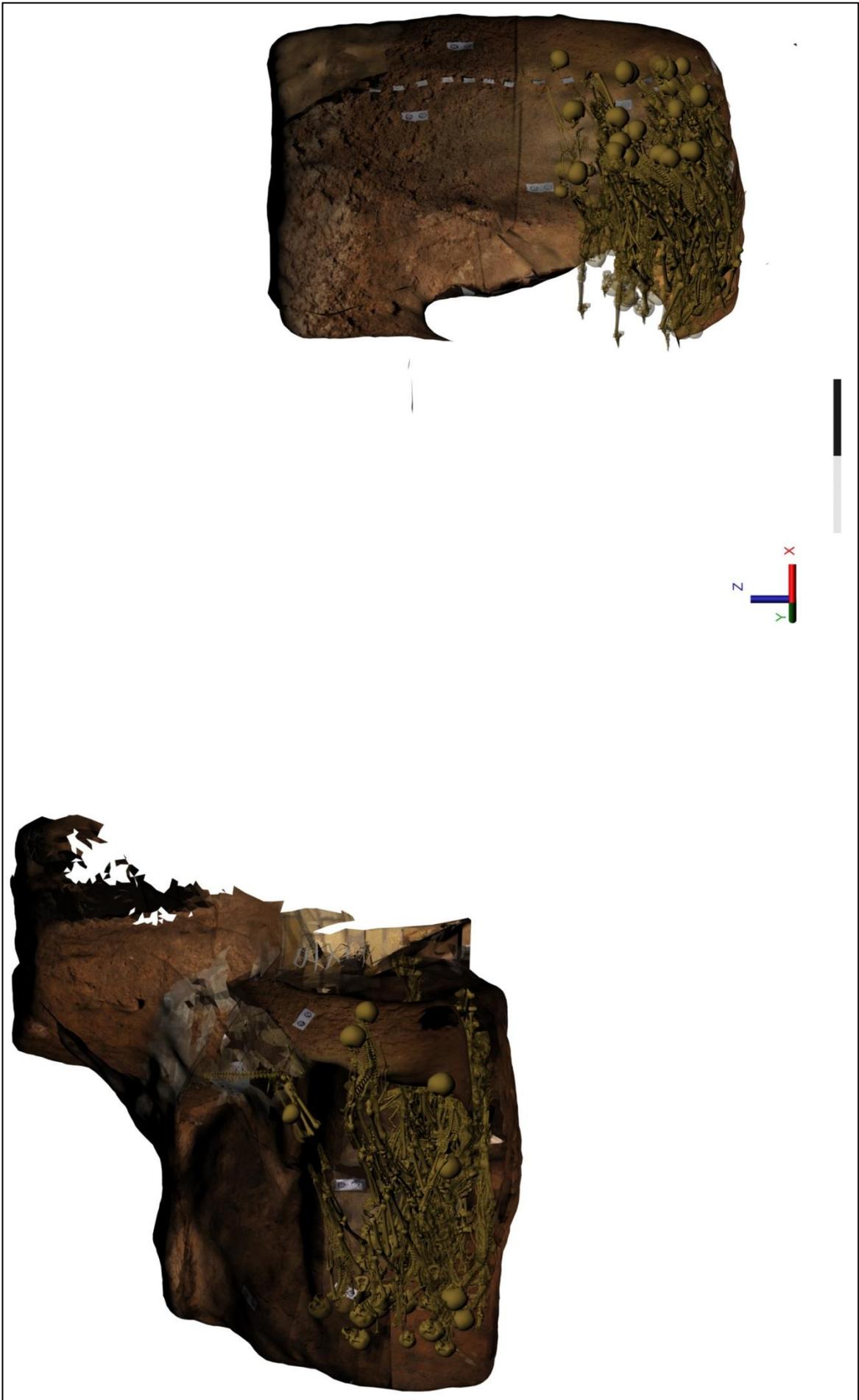


Figure 94 : Scène 3D des tombes 16 et 18, squelettes 3D.

L'application des textures et des couleurs a été également simplifiée grâce aux codes colorimétriques déjà définis. L'élaboration de la modélisation de la tombe X80 T16 s'est donc déroulée directement de l'acquisition des coordonnées au modèle scientifique. Nous avons par la suite choisi de réunir les deux modèles scientifiques en un seul et même modèle afin de pouvoir comparer parallèlement l'agencement des deux tombes et ainsi appréhender d'éventuels temps chronologiques communs (fig. 94) .

Une fois l'élaboration de la méthodologie évacuée avec la modélisation de la tombe X82 T18, 25 jours nous ont été nécessaires pour modéliser la tombe X80 T16. C'est-à-dire pour modéliser l'intégralité des individus (76), du filaire au volume, accompagné de l'appareil funéraire et des passes de sédiments. La modélisation de l'espace funéraire par la photogrammétrie a constitué 1 journée d'acquisition des clichés pour 10 jours complets de traitement.

II.3.2. Modélisation du squelette à l'individu

II.3.2.1. Contenu des scènes 3D des tombes 16 et 18

La création du modèle scientifique a permis de synthétiser au sein d'un seul et même fichier l'ensemble de la documentation disponible et ce, pour chaque tombe et chaque individu.

En effet, il est possible de retrouver à partir du modèle les caractéristiques principales de chaque individu en commençant par le positionnement exact de chaque ossement avec les coordonnées en X, Y et Z et la face d'apparition. Ce qui est conservé ou non est mis en évidence par un code colorimétrique prédéfini, tout comme l'appareil funéraire dédié. L'âge peut être estimé d'après la stature mais également d'après le modèle et la couleur utilisé pour les corps. De même, il est possible grâce aux coordonnées et aux outils du logiciel de retrouver la longueur des principaux os longs. Le genre est reconnaissable d'après les couleurs utilisés pour les corps en volume. L'organisation du modèle permet également de déterminer le niveau de dépôt de l'individu.

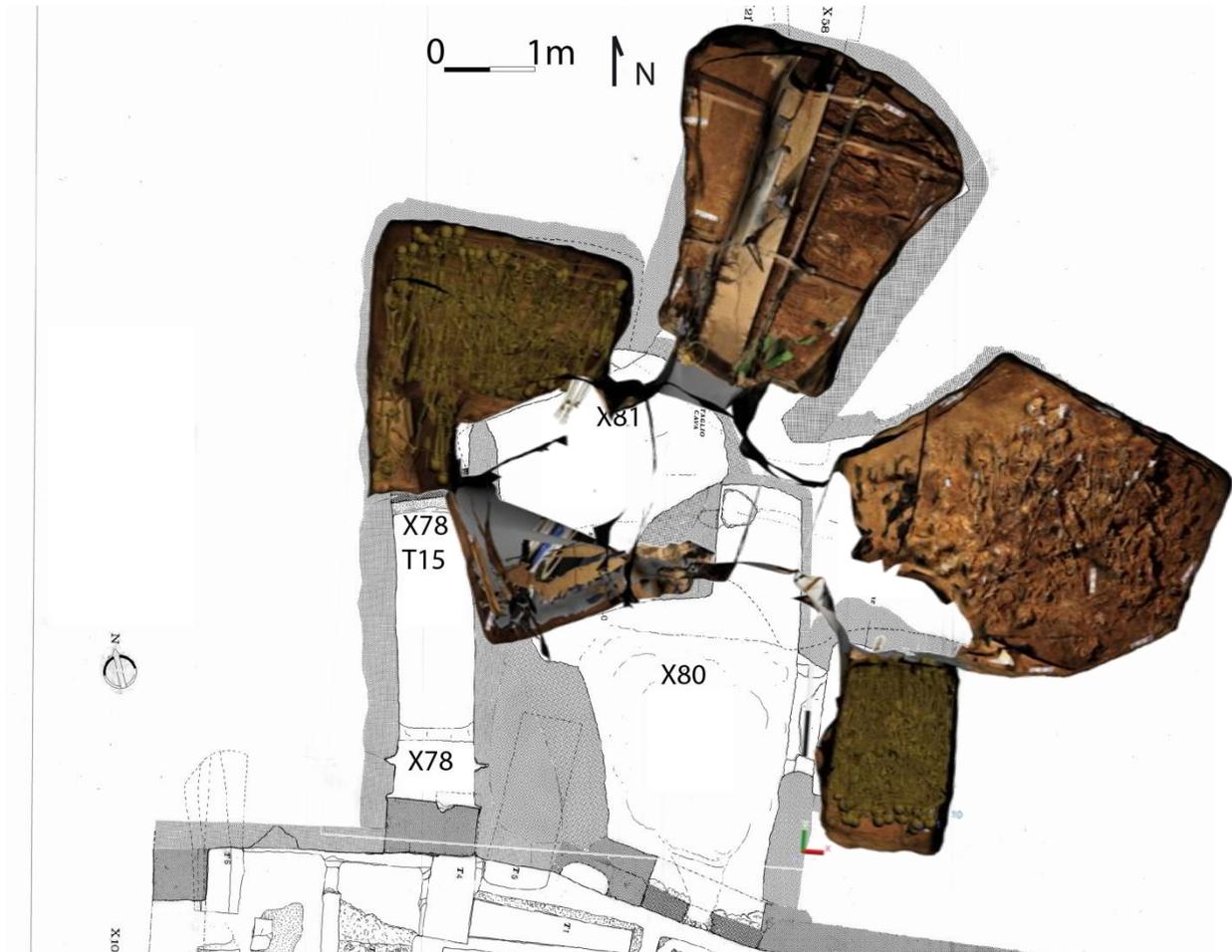


Figure 95 : Superposition de la scène 3D avec le plan pour appréhender le cheminement des corps (d'après M. Ricciardi, PCAS 2006)

La modélisation permet de restituer des états disparus liés à la fouille et ainsi avoir la possibilité *a posteriori* de revenir sur une étape de la fouille, sur un niveau de dépôt particulier ou sur le positionnement d'un type d'os par exemple.

Le modèle permet également de mener une étude tombe par tombe mais également de mettre en parallèle les tombes. De plus, l'intégration des tombes dans l'ensemble de l'espace funéraire du secteur central aide à la réflexion sur le cheminement des cadavres avant le dépôt (fig. 95).

La possibilité de créer des images d'après le modèle scientifique permet de susciter des discussions entre anthropologues et archéologues autour du même support. Cette catacombe ne sera peut-être jamais ouverte au public et donc la modélisation tridimensionnelle de son secteur central si particulier permettra d'établir des comparaisons avec d'autres sites, que ce soit d'après l'étude de l'environnement funéraire ou d'après celle des tombes en ayant la possibilité de faire appel visuellement à des états aujourd'hui disparus. La création d'image ou de vidéo à partir du modèle permet une diffusion pour l'étude mais peut également être employée pour la valorisation des travaux de recherches et du site sans pour autant nécessiter un travail supplémentaire. De plus, la manipulation du modèle scientifique est aisée et permet une infinité de point de vue, du plus précis au plus général.

La création d'un modèle 3D n'est pas aussi longue et fastidieuse que l'on peut le croire. La modélisation de la tombe X80 T16 a nécessité en tout et pour tout 36 jours ce qui comparé au temps de la fouille et au temps passé habituellement pour redessiner les relevés et constituer des illustrations pour les diverses présentations ou publications ne paraît pas déraisonnable.

Toutefois, de nombreuses itérations sont nécessaires pour affiner la scène 3D avec anthropologues et archéologues, mais la scène permet de travailler avec un support visuel commun et non d'après une représentation mentale propre à chacun.

Enfin, au-delà de la sauvegarde d'informations, il est possible de continuer à intégrer en continu des éléments pour compléter le modèle, une version du modèle reste figée à un état de connaissance mais l'avantage principal est de pouvoir continuer à le faire évoluer en fonction des découvertes, des hypothèses en mettant en place de nouvelles versions des modèles. De plus, le modèle reste exportable dans d'autres types de logiciel avec ou sans la base de données associée dans le cadre d'autres requêtes plus précises comme avec l'utilisation d'un système d'information géographique tridimensionnel.

Au-delà de la représentation visuelle, la modélisation tridimensionnelle permet une meilleure maîtrise de l'information scientifique. Dans le cadre tout particulier des sépultures multiples, l'utilisation d'un modèle scientifique pourra enrichir les réflexions et susciter de nouvelles hypothèses de l'organisation de la nécropole à la décomposition du squelette dans sa tombe.

II.3.2.2. Les limites de la constitution des scènes 3D

Dans le cadre de la modélisation tridimensionnelle, la fiabilité de la documentation est primordiale puisqu'il s'agit de l'information scientifique toutefois elle est le fruit de l'expertise du travail de terrain. L'exigence du modèle scientifique est la même que pour un traitement classique des données avec la reprise des relevés, le redressement des photographies. Au même titre, les informations recueillies ne peuvent pas toujours être traitées et intégrées sans indication d'échelle, de référentiel d'altitude.

Modélisation :

En ce qui concerne le travail d'élaboration du modèle scientifique puis de la diffusion, les étapes d'acquisition des coordonnées et de synthèses de la documentation sont les plus chronophages comparées à la modélisation. Toutefois, la modélisation en elle-même est tributaire de la puissance de calcul de l'ordinateur utilisé, ce qui a orienté certains de nos choix notamment en termes de modèle (squelette 3D, corps en volume). De même, les fonctionnalités qu'offrent les logiciels actuels en terme d'accès directs aux sources sont limités et doivent alors passer par la représentation visuelle lorsque cela est possible (relevé, photographie) ou par la consultation en parallèle du corpus.

Le modèle scientifique établit apporte de nouvelles possibilités notamment dans la formulation d'hypothèses prospectives mais il reste important de rappeler que le squelette utilisé pour les sujets immatures et les adultes est un squelette théorique et ne constitue en aucun cas un modèle scientifique de squelette. De même, la représentativité de ce squelette en termes de population est limitée à la stature. Le choix de ce modèle a été conditionné par l'absence de modèle scientifique de squelette adulte et immature mais également par la nécessité de travailler avec un modèle au maillage simple donc facile à manipuler, ce qui permet de conserver une puissance de calcul rapide.

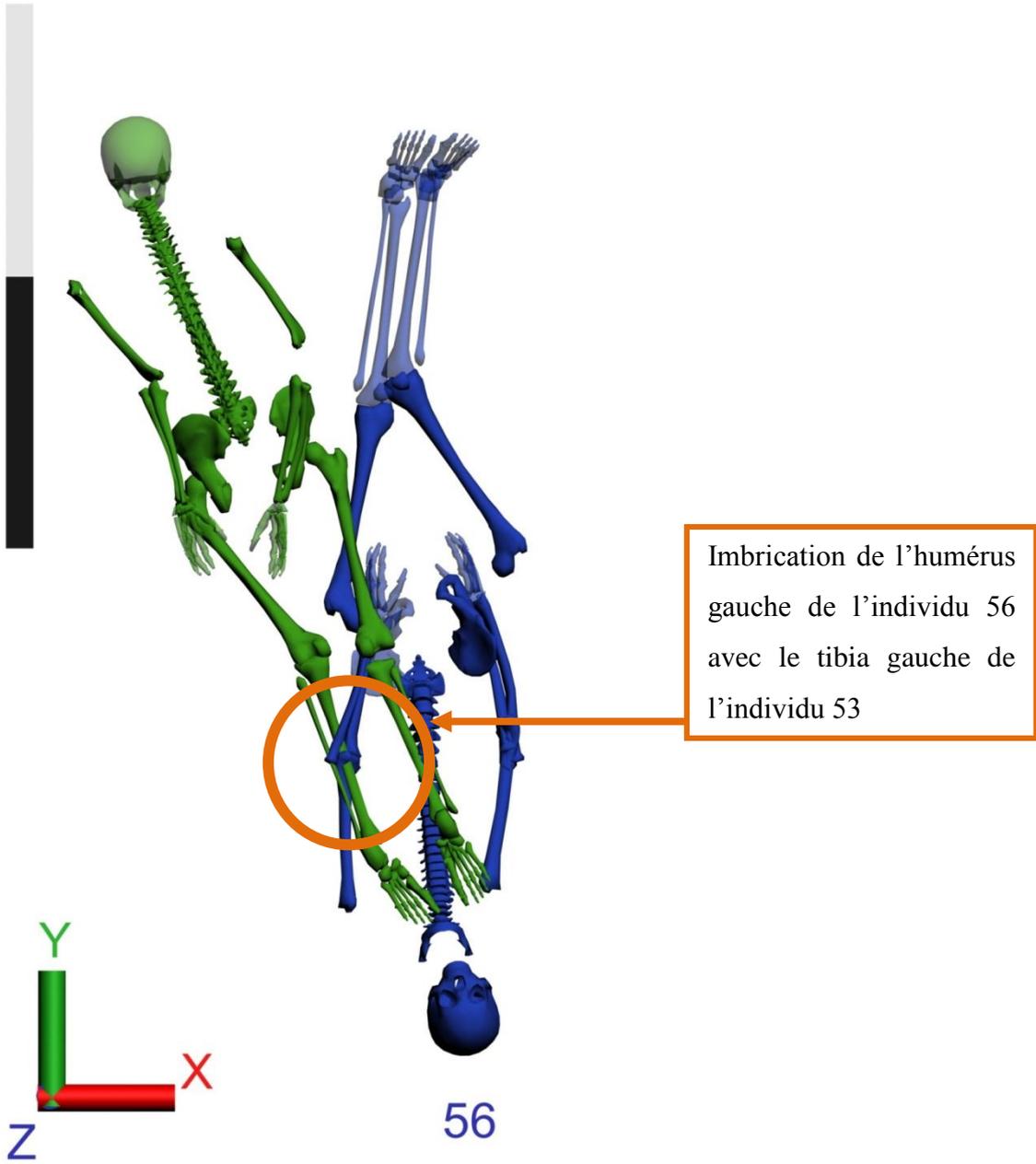


Figure 96 : Exemple d'une imbrication entre deux ossements, individus de la tombe 16, niveau 3.

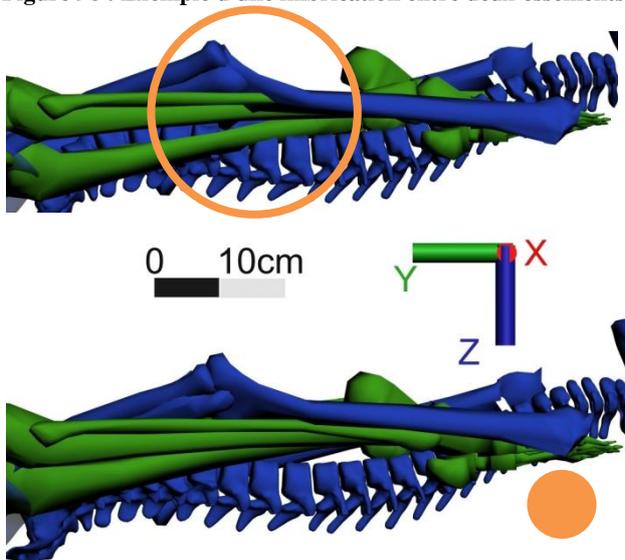


Figure 97 : Vue latérale de l'imbrication non-corrigée et corrigée.

Un cas précis : les imbrications

Lors de l'exploitation des différents modèles en vue de l'étude, la visualisation des imbrications au sein des tombes 18 et 16 a permis de mettre en évidence des anomalies. En effet, la mise en volume des ossements, de la 2D du relevé à la 3D des squelettes a créé des cas d'imbrication anti-anatomique, c'est-à-dire l'ossement d'un individu passant à travers l'ossement d'un autre individu (fig. 96).

Celles-ci sont liées à la superposition de deux ossements qui lors du passage à la 3D se retrouvent imbriqués ou encore à la fracturation d'un des deux ossements. La méthode de prise des altitudes à chaque extrémité de l'ossement ne permet pas d'appréhender le pendage de la partie centrale de l'ossement, s'il y a une déformation ou si celle-ci est fracturée, les diaphyses des ossements se retrouvent alors à la même altitude et dans le même axe alors qu'il s'agissait à la base d'une superposition (fig. 97). Lors de la modélisation volumique du squelette, il ne nous est pas possible d'appréhender ces informations et aucune indication sur le relevé, les minutes de terrain ou les photographies ne le permet si ce n'est pas observable lors de la fouille. Dans tous les cas observés, il est primordial de se référer à la documentation de terrain et à la modélisation des squelettes en filaire qui nous permet de visualiser le positionnement des ossements avant leur mise en volume. Ces imbrications virtuelles, non représentative d'une réalité archéologique ont donc dû être corrigées afin de ne pas fausser les résultats. Les imbrications entre ossements ont fait l'objet d'une correction en superposition après vérification des données archéologiques. Lorsque celles-ci n'ont pas permis de trancher sur le positionnement des ossements, à savoir lequel est au-dessus, lequel est en dessous, nous avons considéré les points d'altitude pris, où ils se situaient pour chaque ossement. Dans certains cas, une simple comparaison des altitudes permet de déterminer le sens de la superposition, pour les autres nous avons établi des moyennes.

Dans le cas de l'imbrication présenté ci-contre et sur la figure 96, l'imbrication se situe entre deux ossements, l'humérus gauche de l'individu 56 (bleu) et le fémur gauche de l'individu 53 (vert). Le membre inférieur droit de l'individu 53 passe sur le fémur gauche, le bassin et la colonne vertébrale de l'individu 56 et sous les radius-ulna gauches. L'articulation du coude gauche de l'individu 56 passe à travers la diaphyse du tibia gauche de l'individu 53. Sur les relevés, il n'est pas possible de vérifier les relations entre les deux puisqu'ils appartiennent à deux relevés distincts.

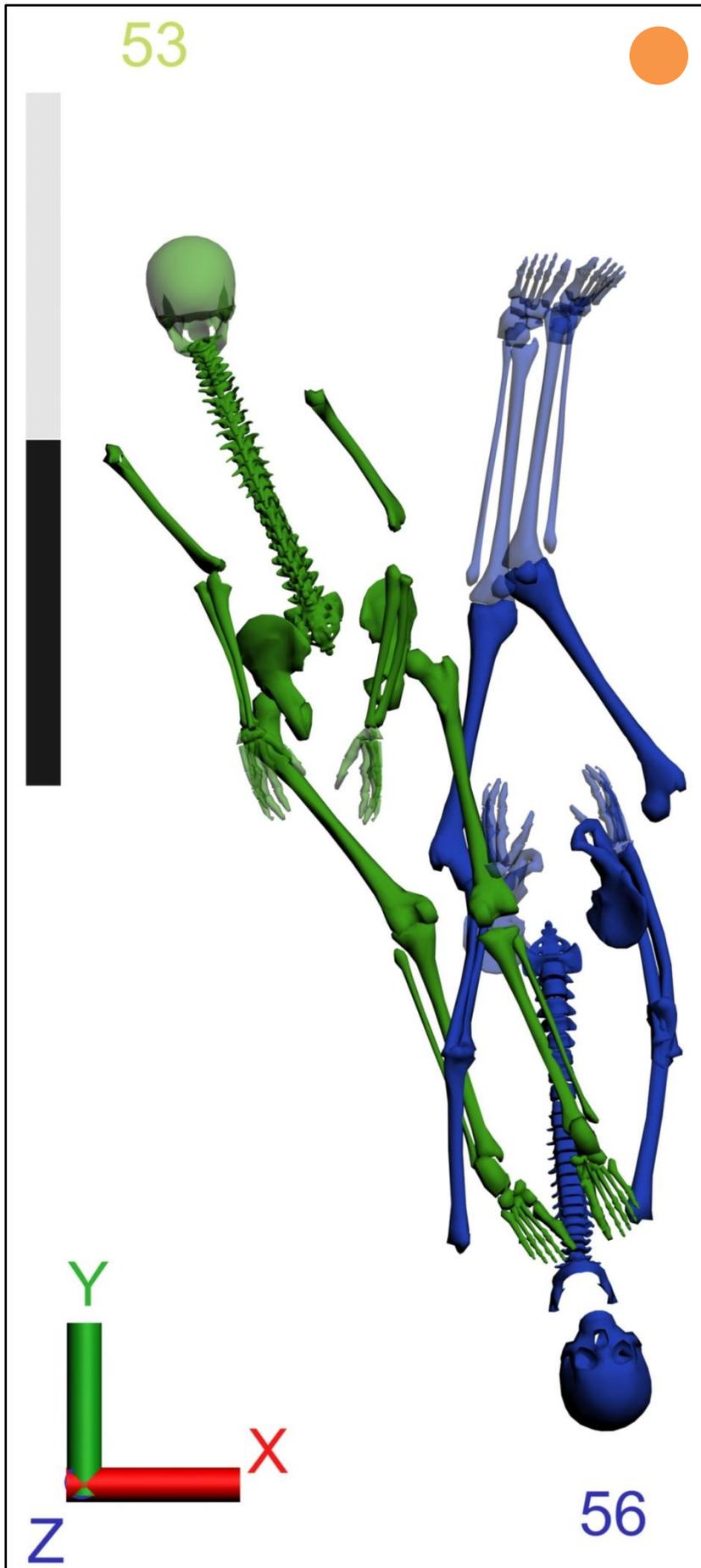


Figure 98 : Vue supérieure de l'imbrication corrigée.

Pour les observations de terrain, il est spécifié que les pieds de l'individu 53 sont en avant du grill thoracique de l'individu 56. Le tibia de l'individu 53 suit un axe plane à -174 centimètres d'altitudes, l'altitude de l'humérus de l'individu 56 varie entre l'extrémité proximale à -177,5 et l'extrémité distale à -172 centimètres. L'extrémité distale de l'humérus du sujet 56 est bien à une altitude supérieure à la diaphyse du tibia du sujet 53. A ce point précis, l'humérus du sujet 56 passe en avant du tibia du sujet 53, la mise en volume des ossements à créer une imbrication entre eux. Toutefois, une imbrication entre les individus existe bien entre les membres inférieurs du sujet 53 et la partie supérieure du sujet 56.

Les imbrications observées entre les ossements sont liées à la mise en volume des squelettes, elles se jouent donc à quelques centimètres. Les relevés d'altitudes sont donc essentiels pour corriger les imbrications entre ossements et pour permettre la détermination des superpositions à défaut bien sûr d'informations précises dans la documentation de terrain. Toutes les illustrations comportant des cas d'imbrications corrigées sont munies d'une pastille orange afin de signaler au lecteur les modifications effectuées sur le modèle après expertise de celui-ci (fig. 98).

Les arguments de la simultanéité des dépôts reposent en partie sur l'identification d'imbrication entre les individus, et considérer comme une imbrication, l'imbrication entre deux ossements auraient pu fausser les résultats. La mise en évidence des imbrications entre les individus n'est pas donc liée à l'observation sur le modèle d'une imbrication entre les ossements mais bien à une imbrication entre différents segments anatomiques.

Synthèse

L'évolution constante des nouvelles technologies offrent de nouvelles opportunités de représentation et d'étude des vestiges archéologiques. La modélisation tridimensionnelle fait partie de ces nouveaux outils mis à la disposition de la communauté scientifique mais ils nécessitent pour leur application dans nos disciplines de mettre en place de nouveaux processus et de nouvelles méthodes de recueil des données avant l'étude. Les outils à disposition des chercheurs sont nombreux mais ceux-ci doivent être choisis en fonction des contraintes du site mais également en fonction des problématiques dans lesquelles l'utilisation du modèle scientifique s'inscrit.

Le processus d'élaboration du modèle scientifique est fondé sur l'ensemble des sources disponibles sur la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin. Le modèle s'appuie autant sur les informations enregistrées sur le terrain que sur les minutes de terrain par le biais des photographies. La restitution proposée est donc un reflet de l'ensemble des connaissances acquises et des hypothèses formulées. Toutefois, le modèle scientifique numérique est par ses caractéristiques un modèle évolutif qui pourra s'enrichir des nouvelles données.

La visualisation de l'intégralité des éléments composant la tombe en fait un outil indispensable pour l'étude et l'analyse de la tombe *a posteriori*. Les qualités visuelles et scientifiques du modèle permettent de mener une réflexion autour de la gestion des dépôts par l'étude précise des indices de simultanéité de dépôt des corps. La scène numérique créée enrichie l'étude par la visualisation rapide et aisée de l'ensemble des tombes, de l'espace funéraire aux individus mais il est important de rester vigilant sur les images produites comme nous avons pu le voir avec le cas d'imbrication entre les ossements.

Nous allons maintenant voir dans quelle mesure l'étude des deux tombes à l'aide de la scène 3D a permis d'apporter de nouvelles pistes de réflexion. La modélisation permet de mettre en évidence des hypothèses prospectives par la visualisation d'états aujourd'hui disparus et contribue ainsi à enrichir la réflexion menée sur ces ensembles funéraires complexes.

Troisième partie : Analyse des sépultures multiples à l'aide du modèle numérique scientifique..... - 181 -

III. Analyse archéo-anthropologique..... - 183 -

III.1. Du modèle scientifique tridimensionnel à l'analyse- 183 -

III.1.1.	Analyse de la tombe 18 X82.....	- 183 -
III.1.1.1.	Étude de la gestion des dépôts, de l'individu au niveau	- 183 -
III.1.1.2.	Étude de la répartition des sujets immatures.....	- 223 -
III.1.1.3.	Étude de la répartition des sujets masculins et féminins.....	- 229 -
III.1.2.	Gestion de la tombe 18	- 233 -
III.1.2.1.	Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité	- 233 -
III.1.2.2.	Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et ruptures	- 239 -
III.1.2.3.	Les espaces de circulation.....	- 257 -
III.1.1.	Analyse de la tombe 16 X 80.....	- 261 -
III.1.1.1.	Étude de la gestion des dépôts de l'individu au niveau	- 261 -
III.1.1.2.	Étude de la répartition des sujets immatures.....	- 339 -
III.1.1.3.	Étude de la répartition des sujets masculins et féminins.....	- 345 -
III.1.2.	Gestion de la tombe 16	- 347 -
III.1.2.1.	Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité	- 347 -
III.1.2.2.	Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et rupture.....	- 353 -
III.1.2.3.	Les espaces de circulation.....	- 367 -

III.2. Comparaison des tombes 18 et 16 : similitudes et divergences.....- 373 -

III.2.1.	La gestion des corps (crises de mortalités successives).....	- 373 -
III.2.1.1.	Dépôts en fonction de l'âge et du sexe : les sujets immatures, féminins et masculins ..	- 373 -
III.2.1.2.	L'appareil funéraire : conservation, localisation.....	- 377 -
III.2.1.3.	Positions des corps.....	- 381 -
III.2.2.	Des indices de simultanéité	- 383 -
III.2.2.1.	Simultanéité entre les individus.....	- 383 -
III.2.2.2.	Simultanéité entre les dépôts	- 385 -
III.2.2.1.	Sépultures multiples et/ou collectives.....	- 387 -
III.2.3.	Apports de la visualisation des scènes 3D à l'analyse	- 389 -
III.2.3.1.	L'analyse des temps chronologiques	- 389 -
III.2.3.2.	Apports pour l'analyse de la composition de la tombe	- 391 -
III.2.3.3.	Bilan et perspectives d'études pour les tombes 16 et 18.....	- 395 -

**Troisième partie : Analyse des sépultures multiples à l'aide
du modèle numérique scientifique**

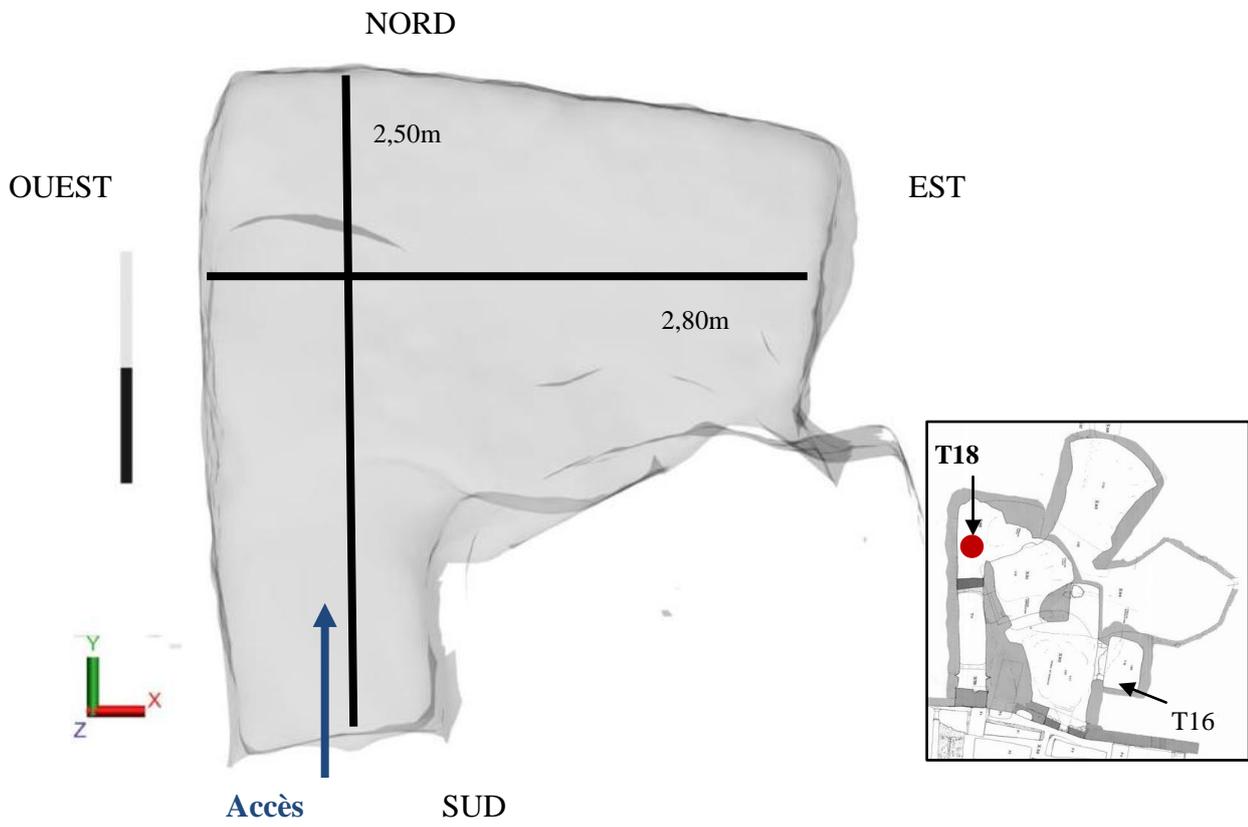


Figure 99 : Tombe 18, vue supérieure.

III. Analyse archéo-anthropologique

L'analyse, présentée ici est fondée sur l'étude taphonomique à l'aide de la visualisation 3D de l'ensemble des individus de la tombe.

III.1. Du modèle scientifique tridimensionnel à l'analyse

La scène ayant servi à l'étude contient les modèles 3D de l'ensemble des vestiges, restitués et hypothétiques, de la tombe. Il est qualifié de scientifique puisqu'il est établi sur la base d'une documentation scientifique⁷⁹.

III.1.1. Analyse de la tombe 18 X82

III.1.1.1. Étude de la gestion des dépôts, de l'individu au niveau

Les éléments contribuant à la détermination des temps de dépôts sont l'altitude, la position relative des individus (juxtaposition, superposition, imbrication) et la séparation physique des niveaux avec les passes de sédiments qui viennent sceller les différents niveaux. L'ensemble de ces informations est mis en relation avec les données archéologiques recueillies lors de la fouille. L'analyse se déroule individu par individu, nous débuterons par la description de la position de chaque individu puis nous discuterons des relations afin d'établir lorsque possible, une chronologie des dépôts au sein de chaque niveau (Annexe 5). L'appareil funéraire sera détaillé pour chaque individu lorsque celui-ci a pu être observé. Avant toute analyse, il est important de rappeler les dimensions de la tombe 18 de forme quadrangulaire:2,80 mètres de long sur 2,50 mètres de large (fig. 99).

⁷⁹ Cf. *supra* II.1.1.

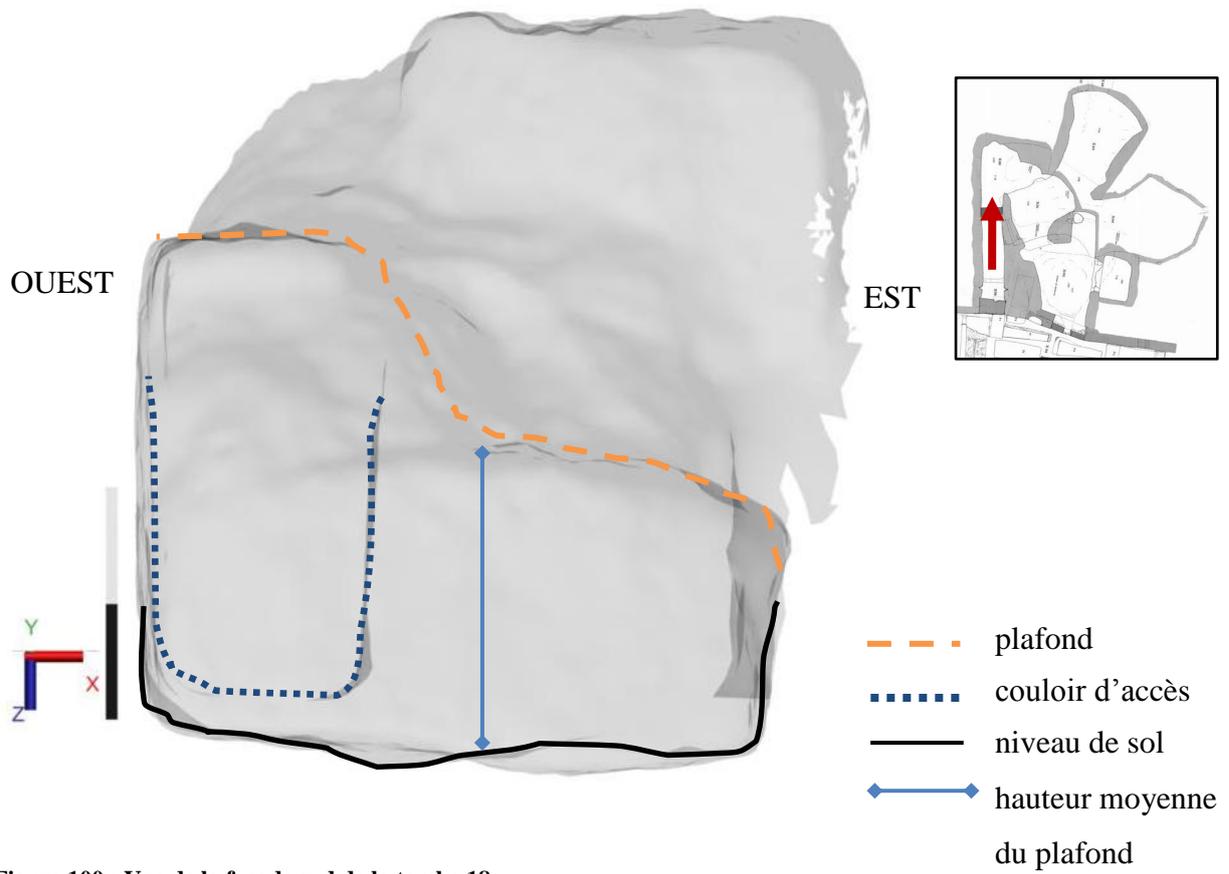


Figure 100 : Vue de la façade sud de la tombe 18

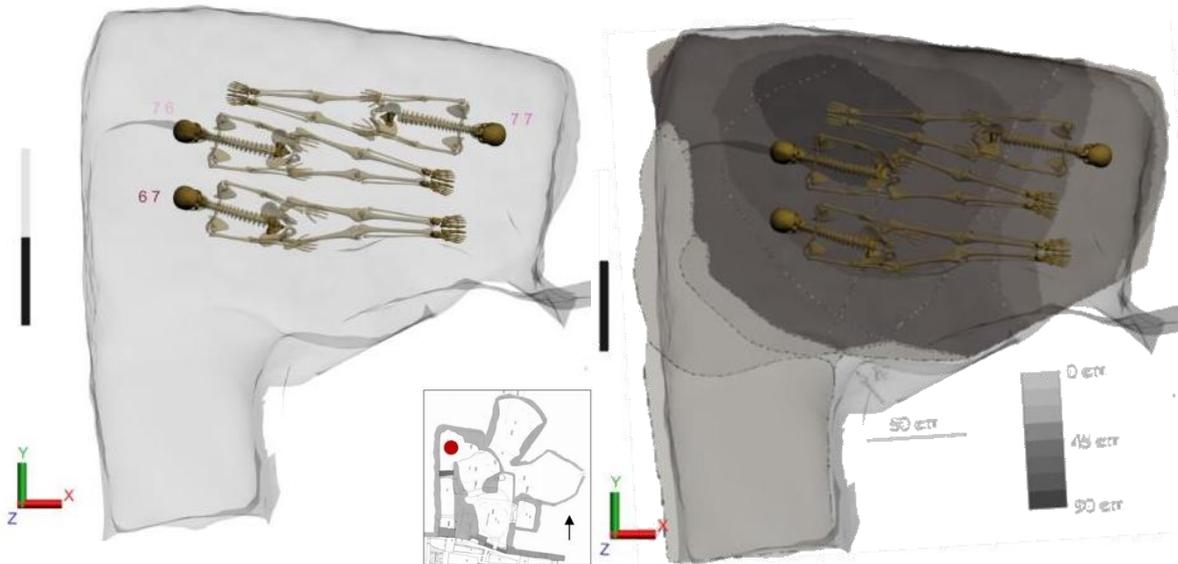


Figure 101 : Étape a niveau 1, vue supérieure des individus et du relevé du fond de fosse.

La hauteur du plafond de la tombe varie d'1,20 mètre à l'aplomb de la paroi nord jusqu'à 2,10 mètres à l'aplomb de la paroi sud.

L'accès à la tombe se fait à l'époque antique par le sud depuis un couloir dont l'entrée est surélevée de 0,20 mètre par rapport au niveau du sol de la tombe. C'est par là que sont acheminés les corps (fig. 100).

Niveau 1

Le premier niveau est constitué de huit individus, deux sujets immatures, trois grands-adolescents/adultes et trois adultes déposés en trois phases distinctes.

Les six sujets, grand-ado./adultes et adultes, ainsi que le sujet immature (72) sont en décubitus orientés ouest-est ou est-ouest, les membres supérieurs et inférieurs en extension, les mains en avant ou en arrière du bassin. Le sujet immature (80) appartient aux derniers individus déposés et est installé contre la paroi sud, en position assise. Pour quatre individus du plâtre a été observé mais celui-ci n'a pas pu être relevé en raison des vestiges trop ténus.

Pour le niveau 1, les différents individus étaient suffisamment bien conservés, trois points d'altitudes seulement ont été pris par sujet. La position des membres et des mains est déterminée par les observations de terrain et les photographies.

Étape a : La première phase de dépôt se compose de trois individus juxtaposés sans contact entre eux. L'individu 67 est vraisemblablement le premier déposé (ici en rouge), pour combler une des zones les plus profondes de la tombe. Les individus 76 (rose pâle) et 77 (rose) viennent ensuite, mais il est impossible de déterminer lequel des deux a été déposé en premier car il n'existe aucune relation entre eux. La position de l'individu 67 au niveau de la jambe droite est contrainte par le relief du fond de la fosse (fig. 101).

Des espaces sont laissés libres tout autour des individus, le long des parois, l'utilisation de ces différentes zones pour l'acheminement des corps semble tout à fait probable puisqu'il s'agit des zones les plus planes.

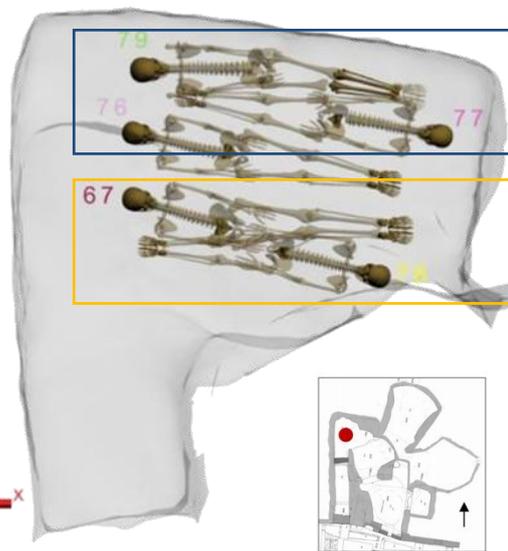
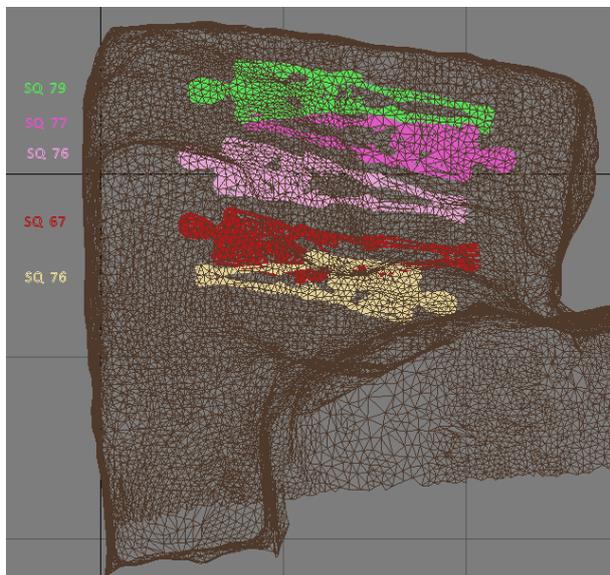


Figure 102 : Étape b niveau 1, vue supérieure des individus 78 (jaune) et 79 (vert).

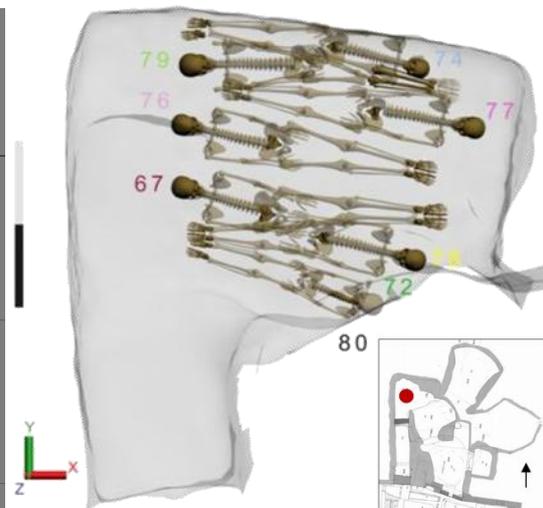
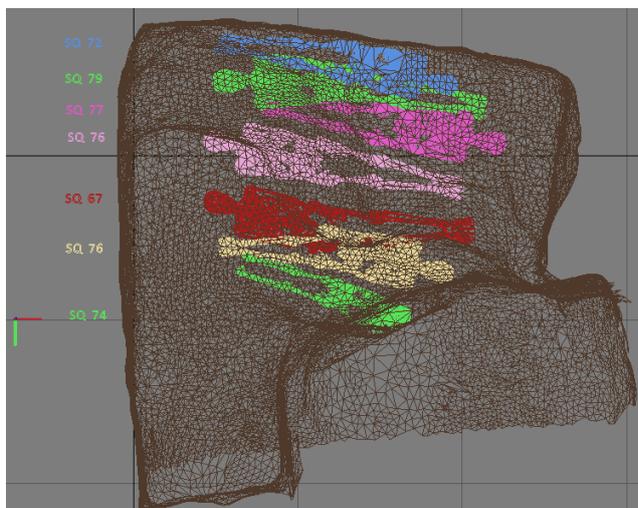


Figure 103 : Étape c niveau 1 : vue supérieure.

Étape b : Les individus 78 (jaune) et 79 (vert) sont ensuite déposés. Le premier recouvre en partie l'individu 67(rouge)au sud, à hauteur du bassin et du fémur droit, il est placé tête-bêche, la tête à l'est, les pieds à l'ouest.

Le second apparaît au nord, tête-bêche par rapport au sujet 77 et en avant du membre inférieur droit ainsi que sur l'épaule droite de celui-ci. Il est orienté ouest-est et son crâne est à proximité de la paroi sud. Le dépôt de cet individu vient fermer l'accès à l'espace libre contre la paroi est, empêchant ainsi tout nouveau dépôt d'individus dans cette zone (fig.102). Il n'est pas possible de déterminer lequel des deux individus de 78 ou de 79 est déposé en premier, seulement qu'ils sont postérieurs aux individus de l'étape **a** puisqu'ils les recouvrent en partie.

Pour l'ensemble des individus déposés dans les étapes **a** et **b**, la forme des corps suit celle du fond de la tombe avec le bassin a une altitude légèrement inférieure au crâne et aux pieds. Les crânes paraissent surélevés par rapport au reste du corps comme les pieds mais en fait ils reposent sur le substrat, c'est le profil de la tombe qui influence le positionnement des corps.

Étape c : Les individus 72 (vert) et 74 (bleu) prennent place sur un ressaut des parois, au sud pour l'individu 72 et au nord pour l'individu 74 occupant ainsi toute la largeur disponible. L'individu 72 est disposé tête à l'est comme l'individu 78. Il est situé bien au-dessus de celui-ci et le recouvre partiellement à hauteur des tibias/fibulas et des pieds.

L'individu 74 est installé tête à l'est, tête-bêche avec l'individu 79 (vert) (fig. 103). Enfin, l'individu 80 est déposé sur le cou de l'individu 72, il est assis, le dos appuyé contre la paroi sud, d'après les hypothèses formulées lors de la fouille de ces vestiges et comme semble le confirmer le format de l'individu.

L'installation de ces individus dans des zones encore libres et accessibles semble traduire une volonté de ne pas superposer les corps au sein d'un même niveau, ce qui se retrouve dans une majorité des niveaux de dépôts de cette tombe. La place disponible au sein de la tombe et les choix opérés dans la gestion des corps font probablement partie des motivations des fossoyeurs.

Le dépôt du niveau 1 s'effectue en trois étapes avec tout d'abord le dépôt de l'individu 67 puis 76 et 77. Les sujets 78 et 79 sont déposés à chaque extrémité de la tombe et recouvre partiellement les individus 67 et 77, avant d'être eux-mêmes recouvert partiellement par les individus 72 et 74.



Figure 104 : Vue latérale ouest des individus 74 et 80.

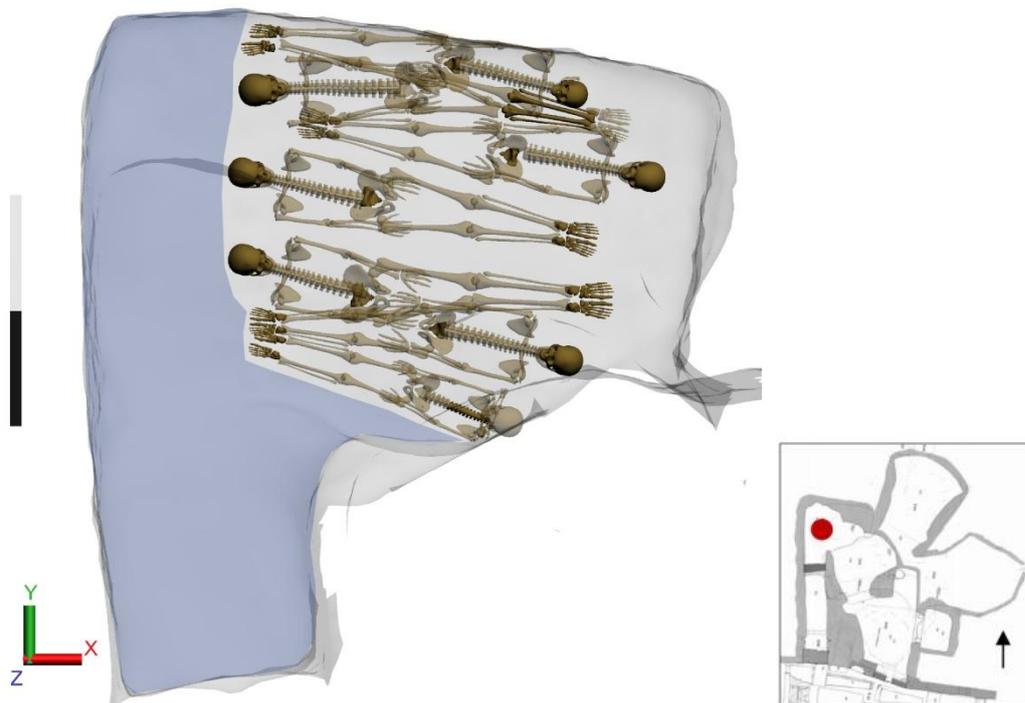


Figure 105 : Espace libre (bleu) du niveau 1 interprété comme un espace de circulation.

L'individu 80 est le dernier déposé sur l'individu 72 (fig.104).

Il est à noter que les individus présentent de profil un effet de cuvette concordant avec le relief du sol de la tombe. Les individus 72 et 74 les derniers déposés contre la paroi ont quant à eux un profil relativement plan puisqu'il n'est pas directement influencé par le profil du sol de la tombe.

Le couloir d'accès débouche à l'ouest sur une banquette surélevée par rapport à la partie centrale, ce niveau de sol laissé libre a vraisemblablement servi d'espace de circulation pour acheminer les corps déposés lors de la constitution du premier niveau et est conservé pour les niveaux suivants (fig. 105).

Une passe de sédiment (US 670 et 666) vient sceller ce niveau et permet d'aplanir et de retrouver une certaine horizontalité pour le dépôt du niveau suivant.

Niveau 2

Le niveau 2 est composé de quatre individus (3 adultes, 1 grand-ado./ad.) déposés en décubitus et orienté nord-sud à l'inverse du niveau précédent (fig. 106). Les données archéologiques nous ont permis de restituer la position des membres supérieurs et inférieurs en extension, les membres supérieurs le long du corps et les mains en arrière des os coxaux pour les individus 71, 73 et 75.

Il est possible d'identifier deux zones de dépôts, une première dans la partie centrale avec trois individus orientés nord-sud, la tête au nord pour deux d'entre eux, au sud pour le troisième, et une deuxième à l'ouest avec un individu isolé (65) orienté également nord-sud, la tête au nord et installé sur la banquette surélevée le long de la paroi ouest dans le prolongement de l'entrée.

Étape a : La logique des dépôts de ce niveau a pu être appréhendée grâce aux différentes superpositions visibles sur le modèle. Bien que l'enregistrement effectué soit global, les superpositions permettant d'établir la chronologie sont confirmées par les observations de terrain et les photographies.

L'épaule gauche du sujet 73 (vert) vient recouvrir en partie l'épaule droite du sujet 71 (bleu).

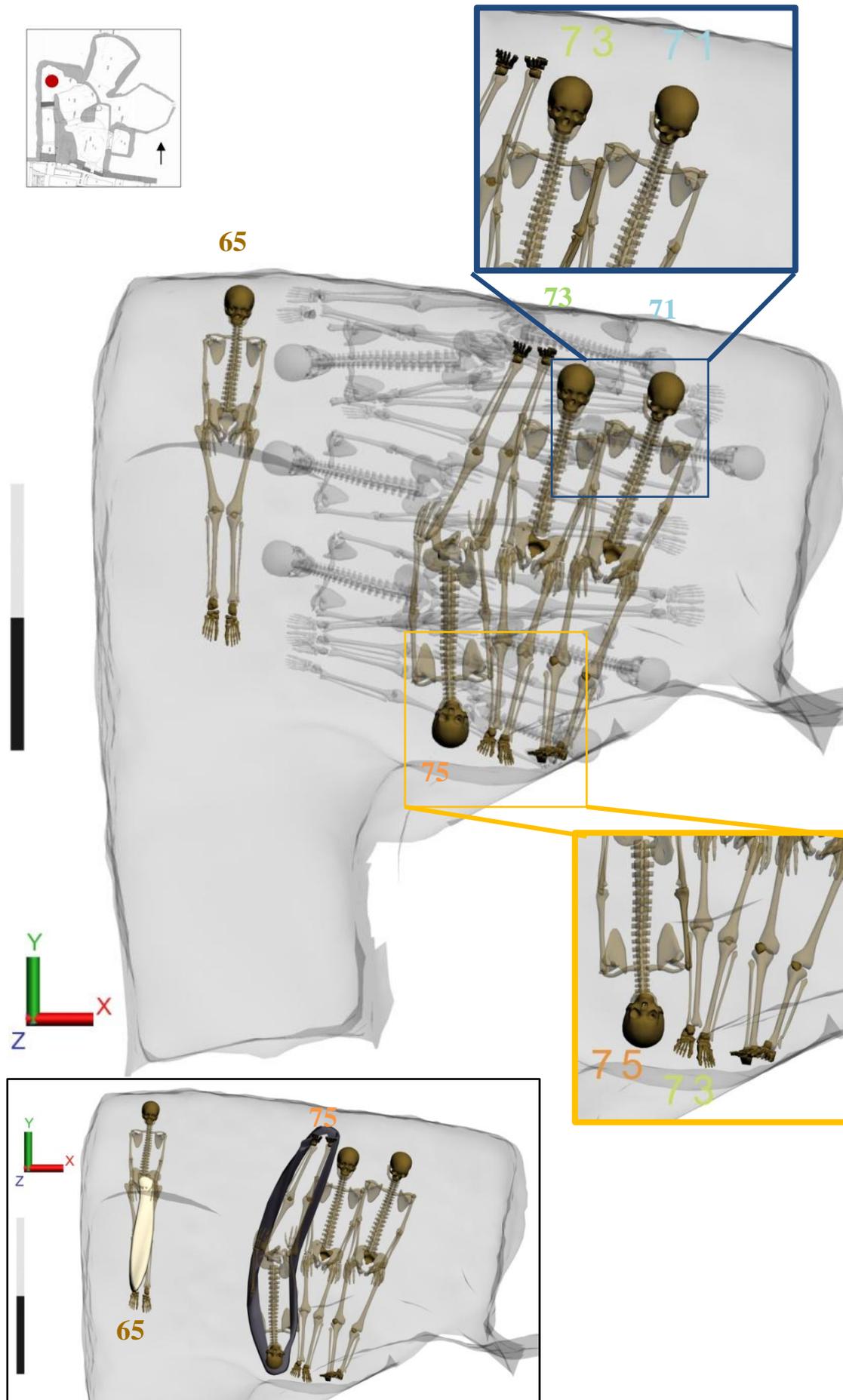


Figure 106 : Vue supérieure du niveau 2 et agrandissement des superpositions, vue supérieure de l'appareil funéraire.

De même, l'épaule droite du 75 (orange) vient recouvrir la jambe gauche du 71 (fig.106). L'individu 75 est pris dans une gangue de matière organique (fig. 108). Le remplissage s'est probablement effectué de l'est vers l'ouest, avec le dépôt de l'individu 71, puis 73 et 75, en reculant vers le couloir d'accès. Les pieds de l'individu 71 sont en appui contre la paroi, tout comme probablement ceux de l'individu 73 mais aucune observation ne le confirme.

Étape b : L'individu 65 est vraisemblablement déposé en dernier et vient ainsi combler le secteur laissé libre depuis le dépôt du niveau 1. Il présente un fort pendage des pieds vers le crâne soit du sud vers le nord. L'individu 65 étant le premier déposé dans le prolongement du couloir, le pendage ne peut donc pas s'expliquer par l'appui sur un ou plusieurs squelettes sous-jacents. Il paraît plus vraisemblable qu'il repose sur les niveaux de sédiments précédents qui ont permis de retrouver une certaine horizontalité afin de préparer les nouveaux dépôts. Toutefois, cette hypothèse ne peut pas être vérifiée car nous ne possédons pas les relevés des couches de sédiments selon l'axe nord-sud⁸⁰. Ce sujet est recouvert de plâtre sur la partie inférieure du corps.

Ce second niveau de dépôt diffère du niveau 1 dans l'orientation, ce qui pourrait être lié à la volonté d'utiliser la banquette à l'ouest dont le niveau est identique à celle de la partie centrale de la tombe suite aux dépôts précédents. Le dépôt de l'individu 65 permet ainsi de préparer le prochain apport de corps en retrouvant l'horizontalité des dépôts. Ce deuxième niveau est scellé par une passe de sédiments (US 664) plus importante composée de blocs de tuf permettant la constitution d'un sol.

Niveau 3

Le troisième niveau est composé de quatre individus en décubitus, avec comme pour le niveau précédent un individu isolé opposé à un ensemble de trois individus (fig. 107).

Il se compose de trois sujets grands-ado./ad. et un sujet (69) de la classe 15-19.

L'individu 70 à l'est, est orienté nord-sud, tête au nord contrairement aux autres qui sont orientés ouest-est, tête à l'ouest. La position des mains varie, en avant pour le sujet 64, en arrière pour le sujet 69, elle n'est pas connue pour les sujets 66 et 70. Deux individus de ce niveau, 64 et 66, présentent du plâtre au niveau du thorax.

⁸⁰ Ces relevés des passes de sédiments nord-sud sont détenus par l'équipe italienne.

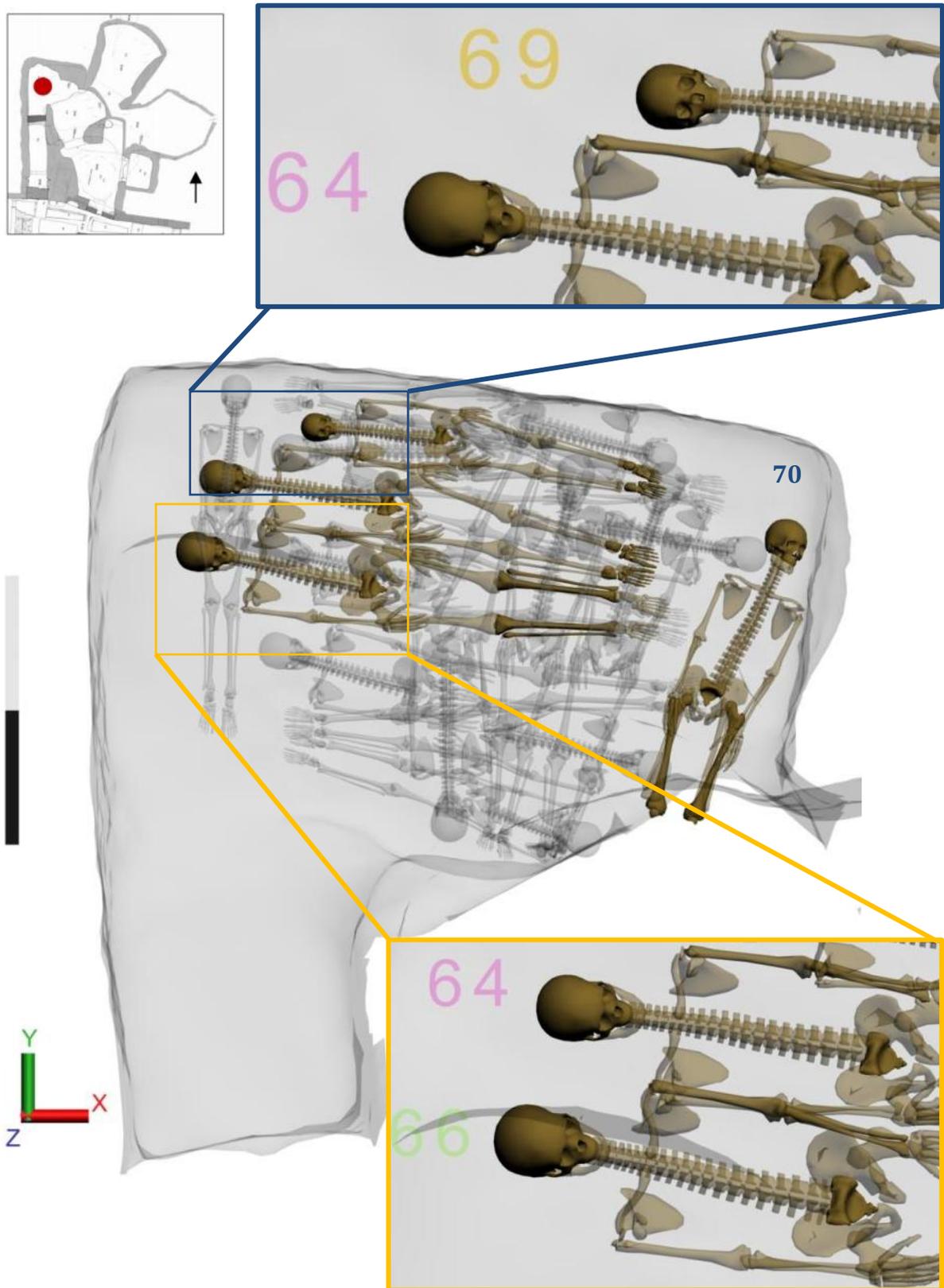


Figure 107 : Vue supérieure du niveau 3 et agrandissements des superpositions.

Étape a :Le dépôt s'effectue du nord au sud avec en premier l'individu 69 (orange) placé contre la paroi nord, puis l'individu 64 (rose) dont le radius et l'ulna gauche sont sur l'humérus droit du sujet 69. L'individu 66 (vert) vient ensuite légèrement plus haut que ceux-ci, son humérus gauche se plaçant en avant de l'humérus droit de l'individu 64 (fig. 107). Cette hypothèse de restitution, liée à l'observation des superpositions visible sur le modèle nous renseigne sur la chronologie des dépôts et est confirmée par le diagramme stratigraphique entre autre.

Le format plus réduit de l'individu 69 semble être utilisé ici pour faciliter un dépôt contre la paroi nord ou la hauteur du plafond est également plus réduite comme pour les individus 72 et 74 du niveau 1.

Les crânes des individus viennent s'appuyer contre le ressaut de la paroi ouest formant une banquette et l'individu 65 du niveau 2. Ils suivent ainsi le profil des dépôts précédents avec les niveaux de sédiments, cependant ils ne présentent aucun effet de cuvette.

Étape b :La chronologie du dépôt de l'individu 70 (bleu) ne peut être appréhendée puisqu'aucun autre individu ne le recoupe, cependant, sa position contre la paroi est, nous laisse penser qu'il a été le dernier déposé laissant ainsi libre cet accès est, pour le dépôt des individus 64, 66 et 69. La position de la partie distale des membres inférieurs de l'individu 70 n'est pas connue en raison du creusement postérieur de la paroi, qui les a détruits à partir des genoux. La restitution proposée ne tient pas compte de la partie manquante puisqu'elle est extérieure à la tombe, il n'était donc pas possible de la positionner. Il faut cependant noter que le maintien des patellas en place permet de penser que les membres inférieurs devaient vraisemblablement être en extension.

Le dépôt pour ce niveau s'est organisé en deux étapes avec l'individu 69 recouvert partiellement par le 64, lui-même recouvert par le sujet 66 puis le dépôt à part de l'individu 70. L'orientation de ce niveau est contraire à celle du niveau précédent. Le dépôt de l'ensemble des individus de ce niveau a nécessité de marcher sur les individus sous-jacents. Le dépôt d'une passe de sédiment importante pour sceller les niveaux précédents a pu faciliter l'accès à la zone située le long de la paroi est et la partie centrale de tombe. Un accès est toujours visible dans le prolongement du couloir au pied du squelette 65 du niveau 2. Une nouvelle couche de sédiment (US 644) a été déposée sur ces individus.

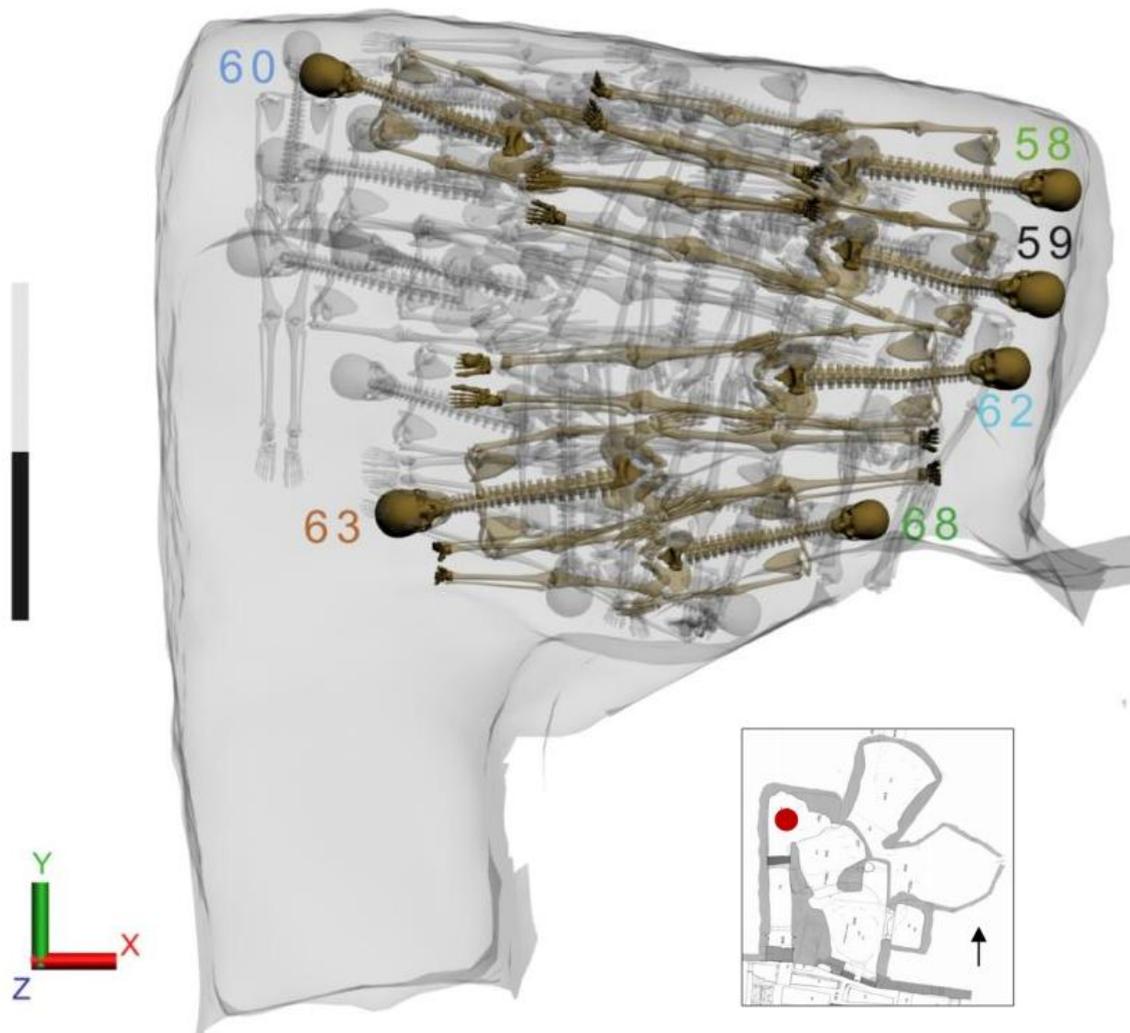


Figure 108 :Vue supérieure, niveau 4.

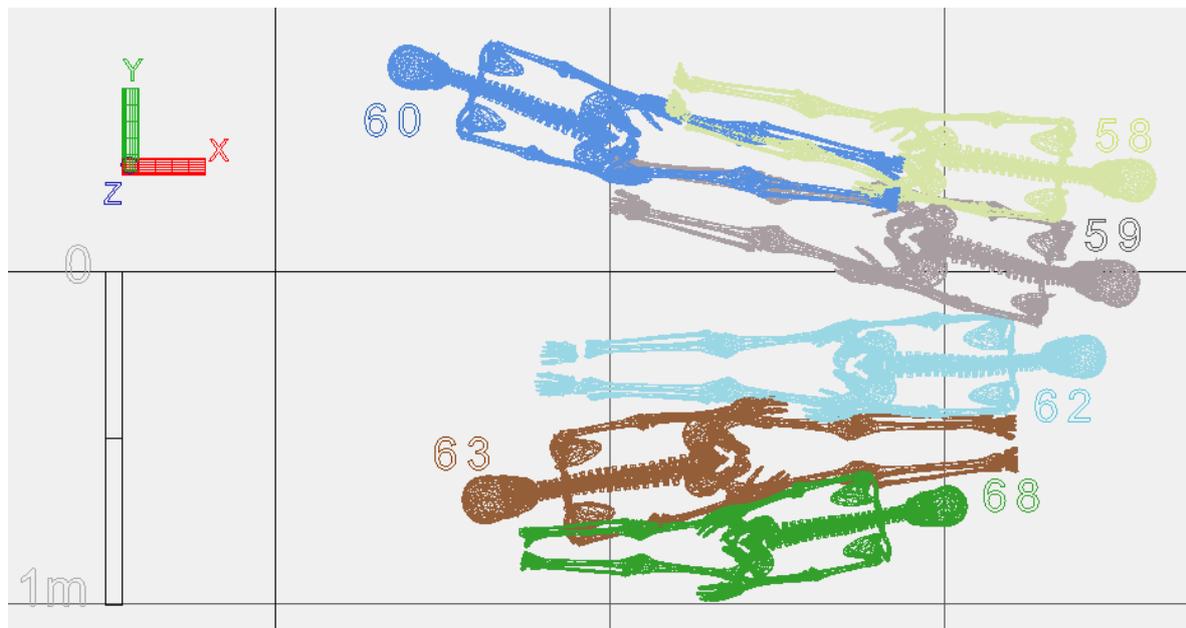


Figure 109 : Vue supérieure du niveau 4, filaire.

Niveau 4

Le niveau 4 se compose de cinq sujets adultes et d'un sujet (68) de la classe 15-19. Tous les individus déposés au sein du quatrième niveau sont orientés selon l'axe ouest-est avec deux individus tête à l'ouest et quatre individus tête à l'est (fig. 108).

Tous les sujets sont en décubitus, les membres supérieurs et inférieurs en extension. La position des mains n'est reconnue que pour un seul individu (59) dont les mains seraient en arrière des coxaux. Deux individus (58 et 62) présentent quelques vestiges ténus de plâtre, un autre (63) présente du plâtre sur le membre inférieur droit avec des empreintes de tissu.

Pour ce niveau, la chronologie de dépôt a pu être appréhendée grâce aux différentes superpositions mais aucune étape n'a pu être dégagée contrairement aux niveaux précédents.

L'individu 68 (en vert) est vraisemblablement le premier déposé, il s'appuie sur un ressaut de la paroi sud et, d'après les observations de terrain, il s'est légèrement affaissé en avant de l'individu 63 (en marron) placé en deuxième et tête-bêche. Ces données confirment la position très relevée des épaules du sujet 68 en raison de sa position contre la paroi. Ce dernier pourrait avoir glissé du ressaut de la paroi lors de la décomposition et serait alors venu s'appuyer sur l'individu 63 (fig. 109).

L'individu 62 (en bleu ciel) est le troisième déposé, il repose en partie sur le côté gauche du sujet 63 et son épaule est en arrière de celle de l'individu 59 (en gris). Les individus 59 et 58 (en vert clair) sont ensuite déposés, le sujet 59 reposant en partie sur le sujet 62 et le sujet 58 sur l'individu 59 dont il recouvre le côté droit et contre la paroi nord.

L'individu 60 (en bleu) est le dernier déposé, il est orienté ouest-est, tête à l'ouest, il est placé tête-bêche par rapport aux individus 58 et 59 et s'insère entre leurs membres inférieurs. Il les recouvre d'ailleurs en partie jusqu'au bassin. Les individus sont déposés à la suite les uns des autres et seul le dépôt de l'individu 60 est conditionné par la présence des individus 58 et 59 en avant desquels il est placé.

L'individu 68 aurait pu être déposé en dernier puisqu'il recouvre l'individu 63, cependant le dépôt contre la paroi aurait été rendu particulièrement difficile sans accès direct que ce soit par le nord ou par l'est, nous ne pouvons cependant l'exclure en l'absence de données plus probantes.

Le dépôt s'est vraisemblablement effectué du sud vers le nord avec l'individu 68 puis les individus 63, 62, 59 et 58 pour terminer par l'individu 60.

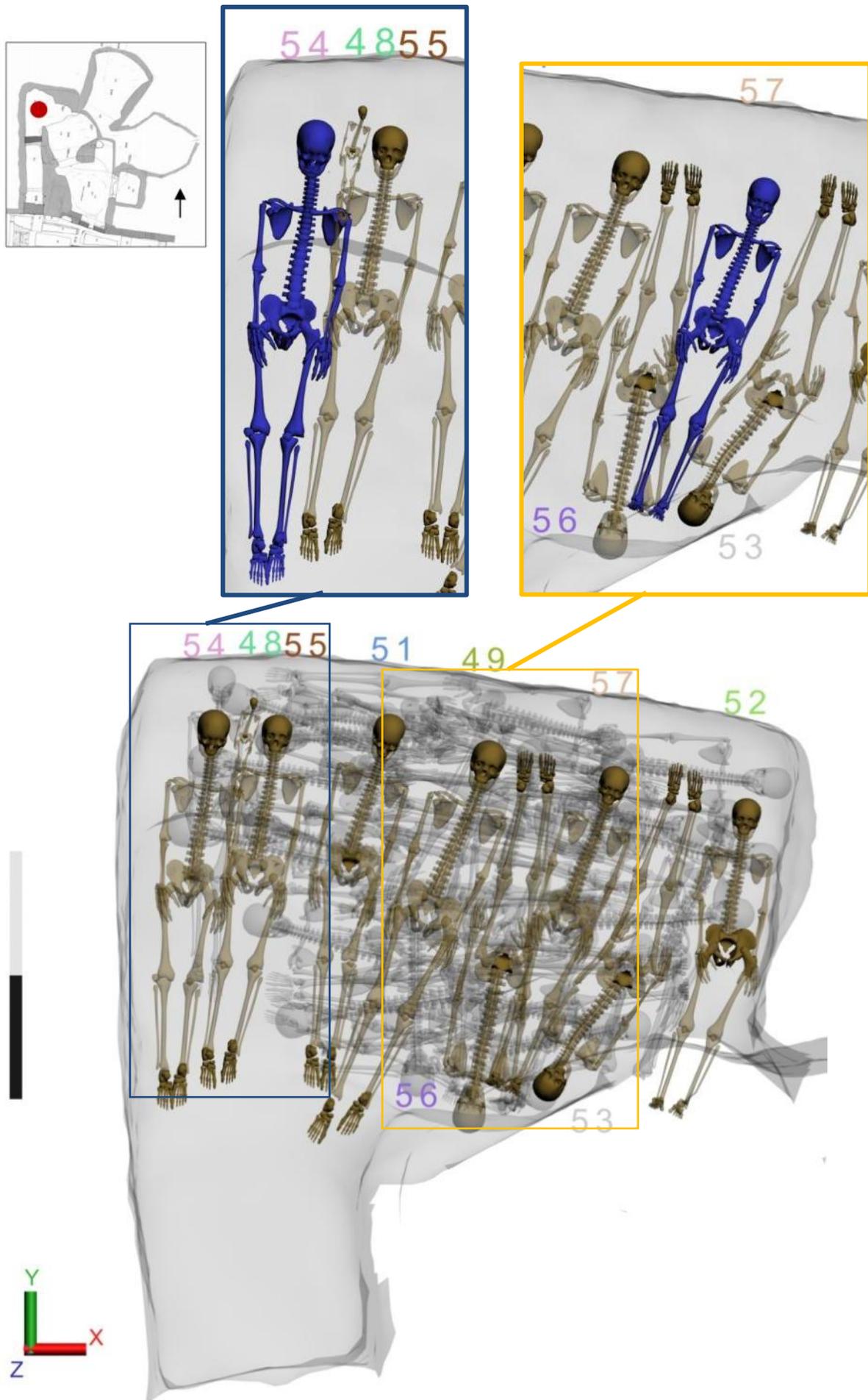


Figure 110 : Vue supérieure du niveau 5 et agrandissements des différentes superpositions.

Cette logique de dépôt permet de conserver d'importante zone libre jusqu'au dépôt de l'individu 60 ce qui a pu faciliter le cheminement des corps. Le même espace de circulation reste visible du couloir sud à la paroi nord, le long de la paroi ouest. Une nouvelle passe de sédiment (622) vient sceller ce niveau.

Niveau 5 :

Le cinquième niveau se compose de neuf individus :trois grands-ado./adultes, cinq sujets adultes et un immature (48). Les sujets sont en décubitus, orientés nord-sud avec la tête au nord (six individus), ou la tête au sud (deux individus), les membres supérieurs et inférieurs en extension (fig. 110). L'individu 61 a été identifié comme appartenant à ce niveau mais les vestiges trop ténus n'ayant pas permis son relevé et en l'absence de photographies, nous n'avons pas pu le localiser, le restituer et l'inclure dans la logique des dépôts. Six individus sur les neuf de ce niveau présentent du plâtre dont un avec du tissu (57), l'un d'entre eux en est partiellement recouvert (54), pour les autres les vestiges sont ténus et localisé sur le haut du corps ou le bassin.

De même que pour le niveau 4, il n'a pas été possible de dégager des étapes dans la logique des dépôts.

Le premier individu déposé est le 52 (vert), il est en appui contre la paroi est. Ses membres inférieurs ont dû être restitués car ils ont été recoupés par le même creusement que l'individu 70 du niveau 3⁸¹. Il n'est en contact avec aucun autre individu de ce niveau.

Les individus 53 (gris) et 56 (violet) sont ensuite déposés tête-bêche par rapport à l'individu 52, ils sont orientés sud-nord, la tête au sud. Aucune relation n'est visible entre ces individus. L'individu 57 (beige) est placé en avant des individus 53 et 56 et les recouvre partiellement, il est orienté nord-sud, la tête au nord. La jambe droite de l'individu 57 repose en avant du bras et de la partie droite du thorax de l'individu 56 et en avant de l'épaule gauche de l'individu 53. Ces relations sont confirmées par les données archéologiques et permettent de déterminer l'antériorité des deux individus par rapport au sujet 57 et de les intégrer dans la chronologie entre le dépôt de l'individu 52 et celui de l'individu 49 en l'absence de recoupement entre eux. L'individu 57 présente du plâtre avec des empreintes de tissu du milieu du thorax aux genoux.

⁸¹ cf. *supra* fig.107

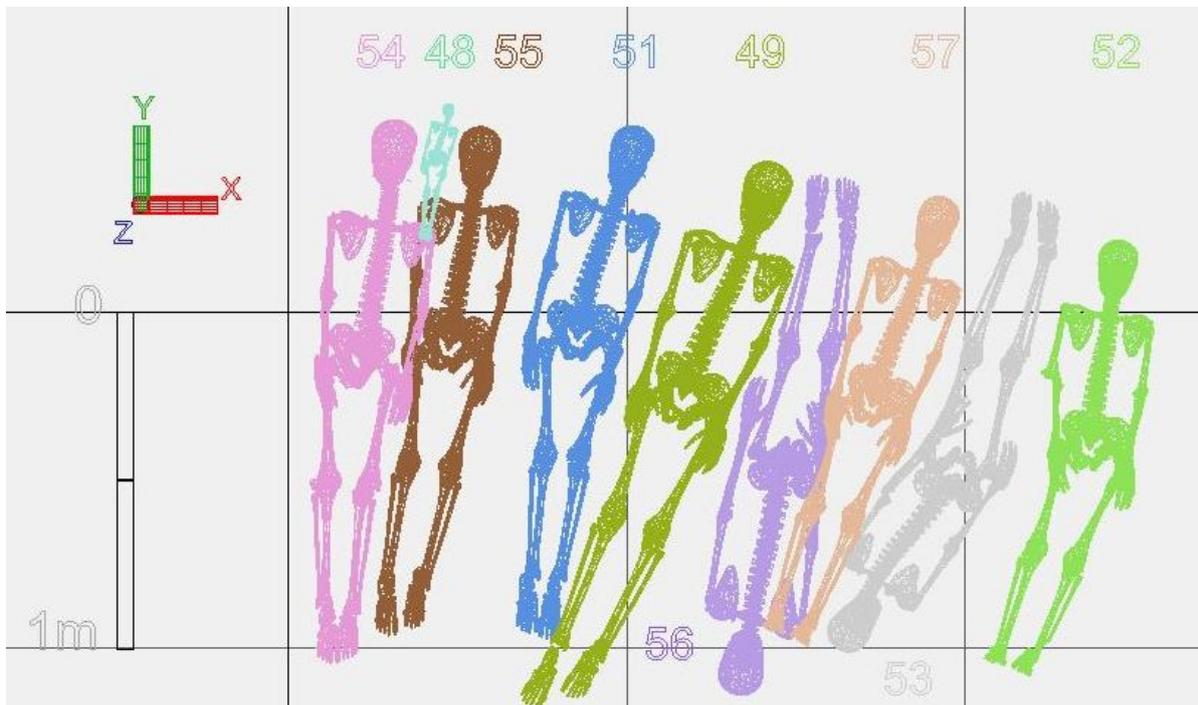


Figure 111 : Vue supérieure en filaire du niveau 5.

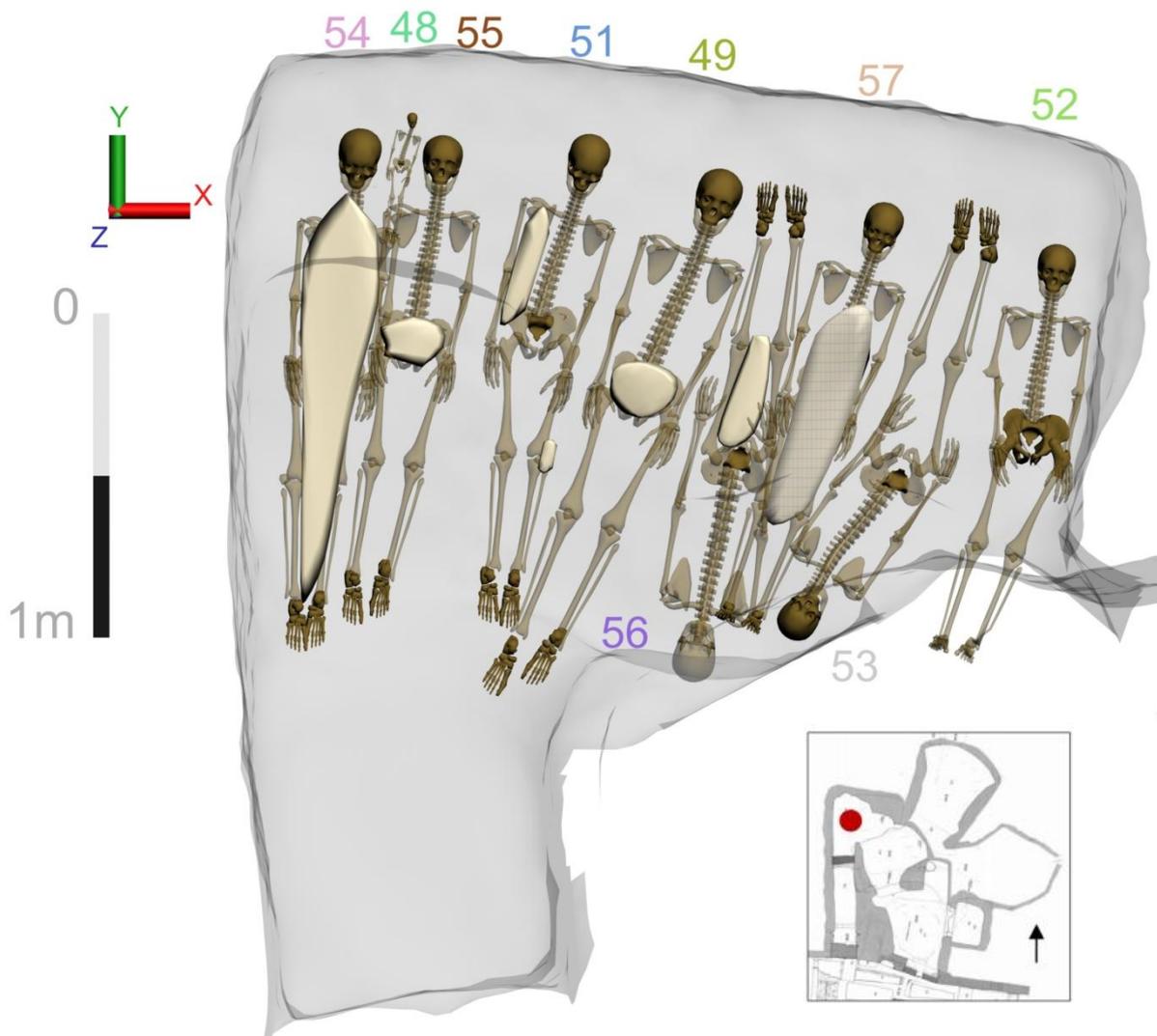


Figure 112 : Vue supérieure niveau 5 avec l'appareil funéraire.

L'individu 49 (vert foncé) est déposé à la suite de l'individu 56. Il n'est pas possible de déterminer s'il est déposé avant ou après l'individu 57 puisqu'il n'entre pas en contact avec celui-ci ; cependant il apparaîtrait logique qu'il soit déposé après car autrement il occuperait l'espace de circulation nécessaire au dépôt de l'individu 57.

L'individu 51 (bleu) est placé aux côtés de l'individu 49, sans aucun contact car les pieds du sujet 49 sont au-dessus de ceux du 51, ce qui est visible sur les autres vues de la scène.

L'individu 55 (marron) est déposé, puis l'individu 54 (rose) qui le recouvre sur la partie droite du corps, de même, il n'existe aucun contact entre les individus 54 et 55 et le sujet 51.

Le dépôt du sujet immature de la classe des 0, 48 (vert), peut s'être fait avant ou après celui du sujet 54 sa faible taille permettant de le placer entre les deux crânes des individus. L'altitude relevée pour ce sujet est supérieure à celle des crânes adultes, il semblerait donc plus plausible alors que celui-ci ait été déposé après, permettant ainsi de combler un espace vide à proximité de l'entrée de la tombe.

Les différents sujets de ce niveau ne présentent aucun effet de cuvette.

Postérieurement à l'étude du positionnement de chaque individu, il a été possible de déterminer une chronologie relative notamment grâce aux superpositions entre les individus 53, 56 et 57 d'une part, 54 et 55 d'autre part (fig. 111). Pour les autres individus, seule la logique a permis de reconstituer le cheminement des corps.

En effet, comme il paraît peu probable que les fossoyeurs aient dû passer par-dessus un corps pour en déposer un autre, le dépôt s'est donc sans doute effectué de l'est vers l'ouest comme le confirme le sens des superpositions observées. Le dépôt se serait donc effectué d'est en ouest comme suit : 52, 53, 56, 57, 49, 51, 55, 54 et 48.

Pour le sujet immature 48, il a pu être placé avant ou après le sujet 54, aucune donnée archéologique ne nous permet de trancher sur ce point. Contrairement aux dépôts précédents, les sujets du niveau 5 occupent l'ensemble de la largeur de la tombe, de la paroi ouest à la paroi est et non pas uniquement la partie centrale. C'est un des niveaux au sein de la tombe 18 où l'appareil funéraire est le mieux conservé (fig. 112).

Ce dépôt est scellé par une passe de sédiment (US 607).

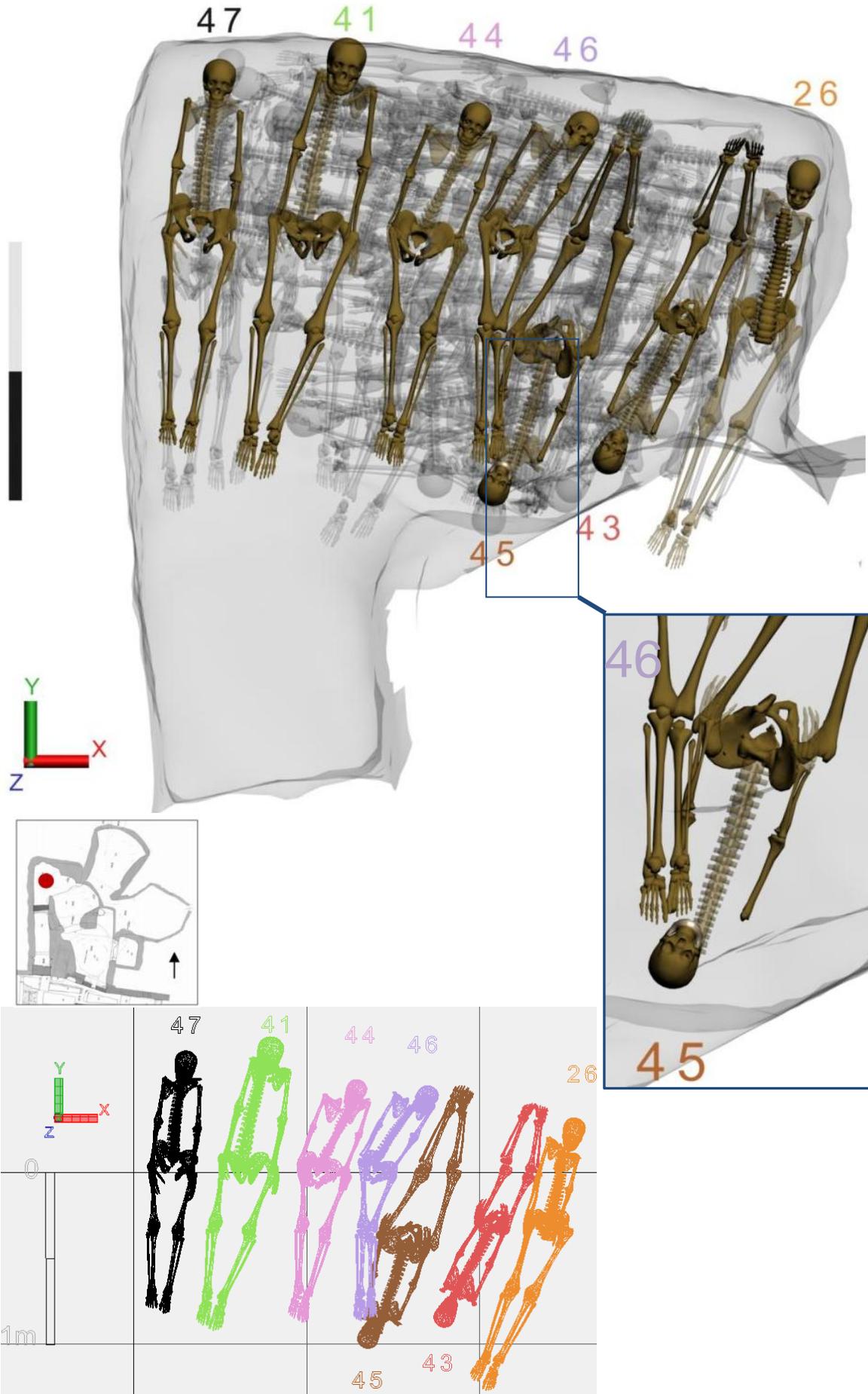


Figure 113 : Vue supérieure du niveau 6 avec un agrandissement de la superposition de l'individu 46 sur le 45, vue filaire.

Niveau 6

Le niveau 6 est composé de sept individus qui occupent toute la largeur de la tombe d'ouest en est, comme le niveau précédent. Il s'agit de trois sujets adultes et de quatre grands-ado./ad., tous sont en décubitus, orientés nord-sud pour cinq d'entre eux et sud-nord pour deux autres (43, 45). Les membres supérieurs et inférieurs de tous les sujets sont en extension. Les individus ayant fait l'objet d'un relevé d'altitude précis, la position des mains est connue pour chacun d'entre eux, elles se situent en avant des os coxaux. Cinq individus possèdent du plâtre au sein de ce niveau, l'individu 47 en est recouvert des épaules jusqu'aux pieds. Pour les autres individus, celui-ci se situe sur la partie haute du corps ou entre les membres inférieurs. Ce niveau de dépôt semble suivre la logique du niveau précédent avec un dépôt des individus de l'est vers l'ouest (fig. 113).

De même que le précédent, aucune étape ne peut être dégagée dans la succession des corps.

Le premier individu déposé est le 26 (orange), comme les sujets 70 et 52 des niveaux précédents, il est recoupé par le creusement dans l'angle sud-est. Ses membres inférieurs devaient également être en extension d'après les observations réalisées. L'individu 43 (rouge) est ensuite déposé, la tête au nord à l'opposé de l'individu 26, ils apparaissent en contact mais aucune donnée archéologique ne le confirme. La position des mains de l'individu 43 est atypique et mérite d'être ici soulignée avec la main droite en avant du coxal droit et la main gauche en arrière du coxal gauche. L'individu 45 (marron) lui succède sans contact.

L'individu 46 (violet) vient ensuite, il est orienté nord-sud, la tête au nord, ses jambes reposent sur le bras de l'individu 45, il lui est donc postérieur (fig. 113). Selon la logique des dépôts du niveau précédent, de l'est vers l'ouest et vérifiée pour les quatre premiers individus, l'individu 44 (rose) puis 41 (vert) et enfin 47 (noir) sont déposés. L'ordre précis de dépôt est d'autant plus difficile à déterminer que les individus ne sont pas en contact, on peut seulement supposer que le cheminement des corps est facilité si le dépôt se poursuit d'est en ouest, c'est-à-dire du 44 vers le 47.

Le niveau 6 est le dernier niveau au cours de la fouille ayant fait l'objet d'un relevé précis, ce dernier rendant alors possible l'observation de la forte compression des individus au niveau des épaules liée sans doute à une enveloppe funéraire de plâtre et de tissu même si celle-ci n'a pu être mise en évidence pour chaque sujet étudié. La position resserrée des chevilles utilisée dans les restitutions des membres inférieurs des niveaux précédents est ici confirmée car observée pour tous les individus.

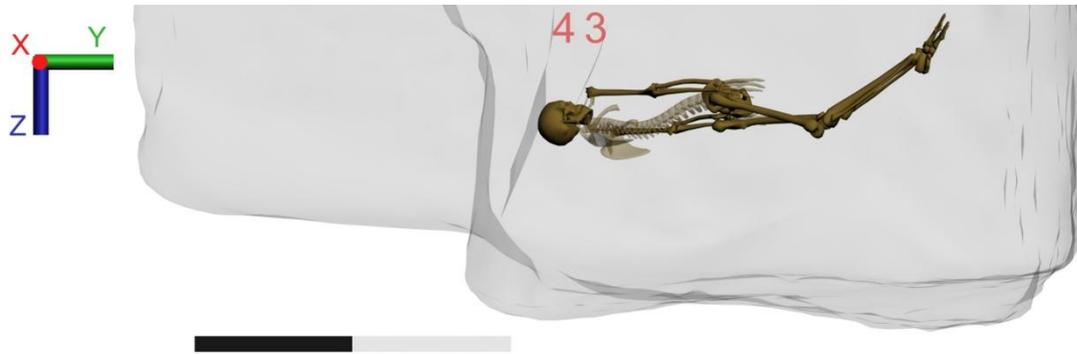


Figure 114 : Vue de la façade ouest de l'individu 43, hyperflexion des genoux.

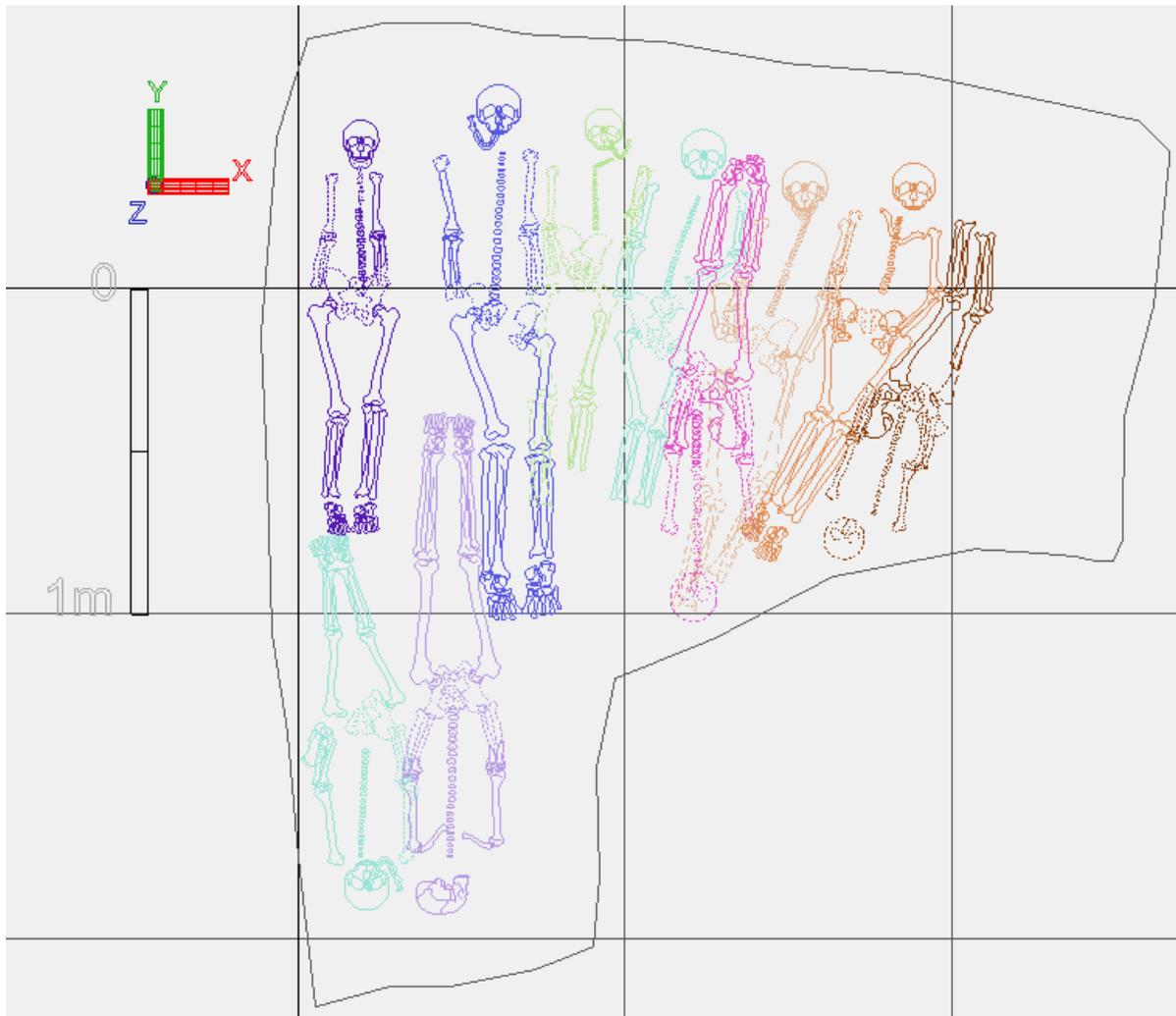


Figure 115 : Vue supérieure, démontage niveau 7.

De même, cet enregistrement plus précis a permis de mettre en évidence que deux individus (45 et 43) situés dans la partie est de la tombe selon l'axe sud-nord présentent au niveau des genoux, une flexion inversée ou hyperflexion allant à l'encontre des capacités physiologiques⁸²(fig.114). Cette position anti-anatomique de l'articulation est vraisemblablement liée à la pression exercée par le poids des niveaux sus-jacents. Les individus du niveau 6 présentent également des effets de cuvette marqués avec le bassin à une altitude inférieure au crâne et aux pieds, c'est le premier niveau à en présenter. Les pieds étant, pour beaucoup, à une altitude nettement supérieure à l'ensemble du corps.

Le couloir d'accès pour les niveaux 1 à 6 reste dégagé jusqu'à la partie centrale de la tombe. Les dépôts se font selon une logique de remplissage suivant les axes cardinaux nord-sud et est-ouest. Une nouvelle passe de sédiment (US 399) vient sceller ce niveau de dépôt.

Niveau 7

Le niveau 7 est composé de dix individus, quatre adultes, cinq grands-ado./ad. et un immature (36), ils sont déposés en décubitus en suivant l'axe nord-sud avec la tête au nord pour cinq d'entre eux et la tête au sud pour quatre individus. Peu d'éléments des avant-bras sont conservés, d'après les observations de terrain, les mains sont en arrière des coxaux pour trois individus avec un cas particulier comme le sujet 43 du niveau 6, avec la main droite en avant, la main gauche en arrière pour le sujet 37. Du plâtre a été retrouvé sur six individus, c'est un des niveaux où il est le plus présent et en plus grande quantité, il recouvre le sujet 35 des épaules aux pieds, le sujet 31 du bassin aux pieds et le sujet 37 sur le haut du corps et les membres inférieurs (fig. 115). La logique de dépôt du niveau 7 est comparable aux niveaux précédents⁸³ en occupant tout l'axe ouest-est de la tombe et en procédant de l'est vers l'ouest avec l'ajout du dépôt de deux individus dans le couloir d'accès à la tombe.

Étape a : L'individu 25 (marron) est le premier déposé, il est orienté sud-nord, la tête au sud et n'entre en contact avec aucun autre individu. Il est à noter que cet individu n'est pas déposé contre la paroi est comme les individus 26 du niveau précédent ou encore 52 du niveau 5. Ce sujet présente une flexion des genoux accompagnée pour le genou droit d'une déconnexion (fig.116).

⁸² Ou ce que nous avons qualifié dans les cas suivants d'hyperflexion du genou.

⁸³ Les niveaux 5 et 6.

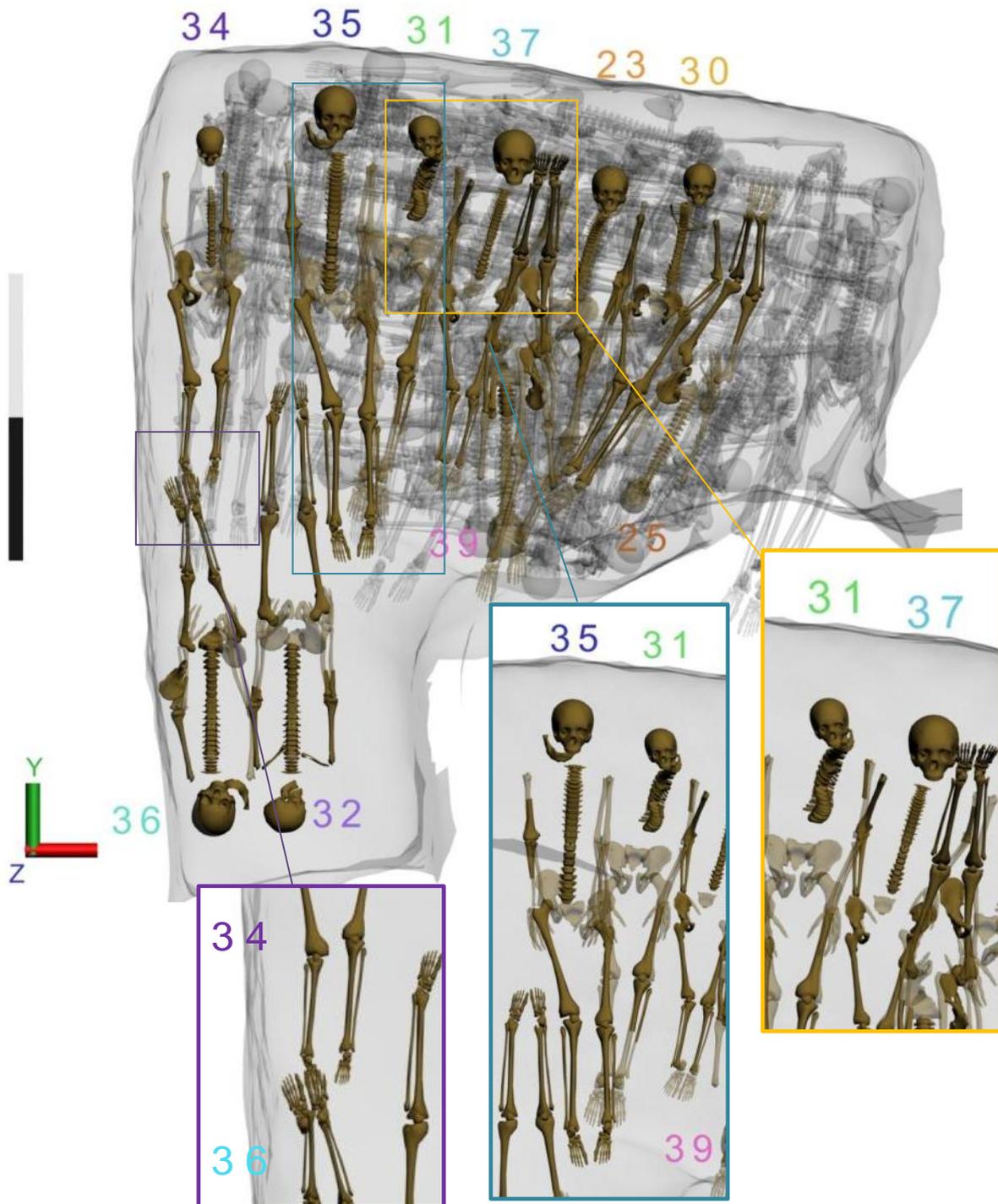


Figure 116 : Vue supérieure du niveau 7 de dépôt avec l'agrandissement des superpositions entre les individus 31 et 37, 35 et 31, 34 et 36.



Figure 117 : Vue de la façade est de l'individu 31.

L'individu 30, orienté nord-sud, tête au nord, est ensuite déposé et contrairement aux individus du niveau précédent, les bras sont écartés du corps avec le coude droit légèrement fléchi. Les mains sont en avant des coxaux. Il n'est pas en contact avec l'individu 25 mais ses pieds passeraient en dessous de l'individu 23, il lui serait donc antérieur. Il présente également un effet de cuvette marquée avec une hyperflexion des genoux. Cette position pourrait s'expliquer par le poids des niveaux sus-jacent lors de la décomposition ou l'adaptation à la forme initiée par les niveaux inférieurs. La position du haut du corps semble indiquer que cet individu est moins contraint que les autres peut-être parce qu'il ne possédait pas d'appareil funéraire.

Pour les individus 23, 37 et 39 il est particulièrement difficile de déterminer un ordre de dépôt. L'individu 23, orienté nord-sud, tête au nord est *a priori* le premier déposé mais il est imbriqué avec l'individu 39, orienté sud-nord, tête au sud, qui est lui-même imbriqué avec l'individu 37, orienté nord-sud, tête au nord. Il faudrait peut-être voir là un dépôt simultané de ces trois individus ou un dépôt analogue aux individus 56, 57, 53 avec le dépôt de deux individus selon la même orientation et un individu tête-bêche qui vient postérieurement s'intercaler entre les membres inférieurs. Nous traiterons de cette imbrication et de l'éventuelle simultanéité de ce dépôt dans le chapitre *infra* III.1.2. Pour la compréhension de la logique des dépôts nous considérerons dans un premier temps que l'individu 23 est déposé en premier, puis l'individu 37 et enfin l'individu 39. Il est à noter que l'individu 39 présente lui aussi une hyperflexion des genoux.

L'individu 31 est ensuite installé en partie en avant de l'épaule gauche de l'individu 37 situé plus à l'est et il est recouvert sur le côté droit par l'individu 35. La position du sujet 31 est atypique au sein de la tombe 18, en effet, il repose sur le dos mais ses membres inférieurs forment un angle droit avec la partie supérieure de son corps dont le positionnement est restitué d'après le relevé de la colonne vertébrale et de l'humérus gauche (fig. 117).

L'individu 35 repose en avant de la moitié droite de l'individu 31, de l'épaule à la cheville. Il n'est en contact avec aucun autre individu.

L'individu 34 est installé dans le coin nord-ouest de la tombe, le long de la paroi ouest, il ne recoupe pas l'individu 35.

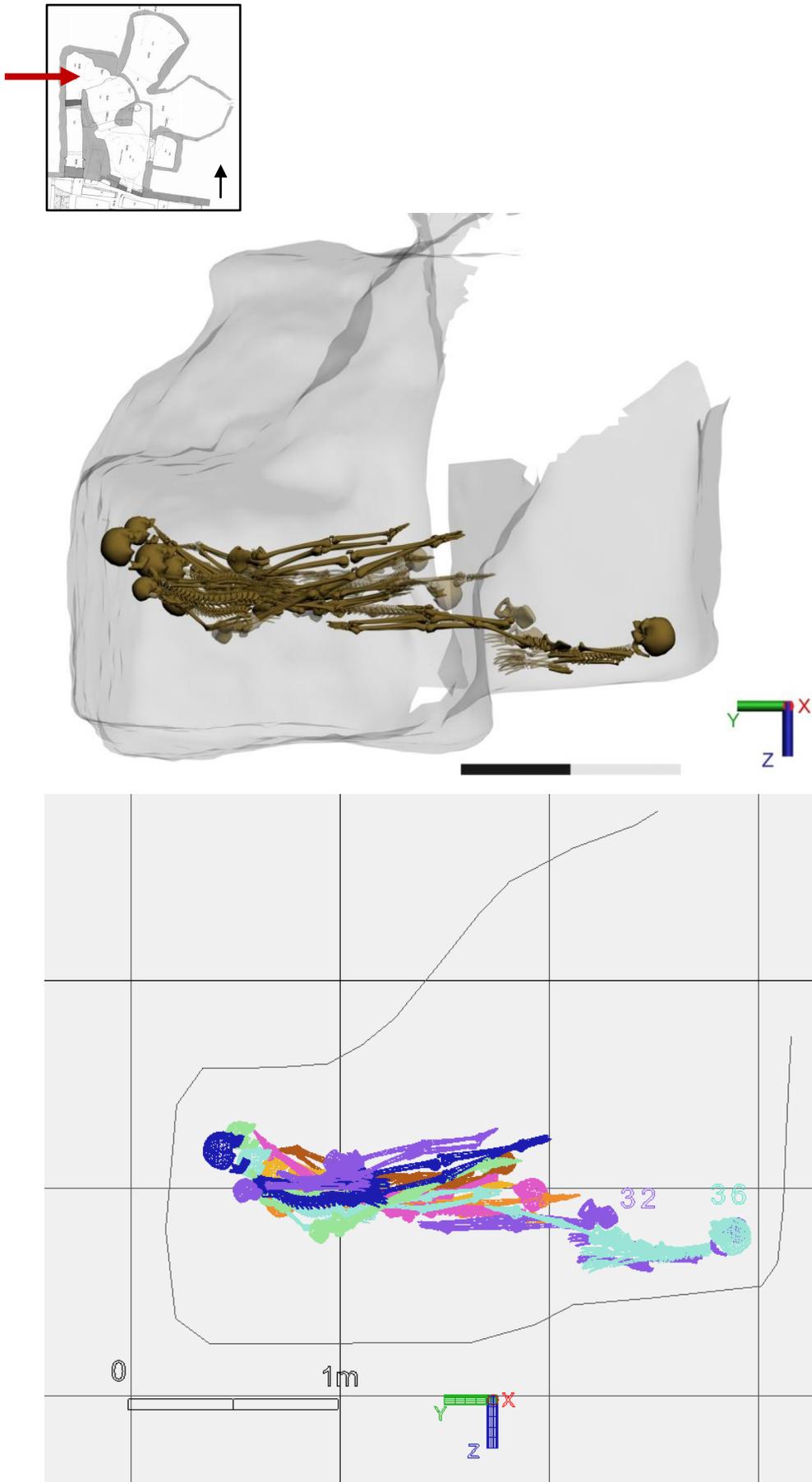


Figure 118 : Vue de la façade ouest du niveau 7 de dépôt avec le dépôt dans le couloir des individus 32 et 36.

Étape b : Les individus 32 et 36 sont ensuite déposés, tous les deux orientés sud-nord, la tête au sud dans le couloir d'accès à la tombe, ils présentent tous deux du plâtre au niveau des membres inférieurs. L'individu 32, vient s'intercaler entre les membres inférieurs des individus 35 et 34, tandis que l'individu 36 repose entre la paroi ouest et l'individu 32. Une superposition est visible entre le bras droit de l'individu 36 qui passe en avant du bras gauche de l'individu 32 mais aucune donnée archéologique ne confirme cette observation ce qui ne nous permet pas de déterminer lequel des deux a été déposé en premier.

Le dépôt des sujets 32 et 36 s'est effectué visiblement dans les derniers, toutefois les sujets 32 et 36 ne sont en contact avec aucun autre individu, seul leur appartenance à la passe de sédiment (US 374) les situe dans ce niveau. La chronologie de dépôt de l'individu 34 n'est pas clairement établie puisque celui-ci est isolé mais selon la logique des précédents niveaux étudiés, celui-ci fait partie des derniers déposés. Le format du sujet immature 36 semble ici utilisé puisque sa taille réduite permet de le déposer dans le couloir avec un faible recouvrement avec les autres individus, cela n'aurait pas été possible avec l'individu 32.

Nous pouvons souligner deux points, ce sont les premiers individus à être déposés à la fois dans le couloir d'accès et dans la partie centrale de la tombe. Leurs membres inférieurs sont à une altitude supérieure au haut du corps ce qui nous indique que les dépôts dans la partie centrale de la tombe étaient plus hauts que le couloir lorsqu'ils ont été déposés (fig. 118). Le couloir d'accès n'a peut-être pas bénéficié, au même titre que la partie centrale, des passes de sédiments puisque jusqu'à présent son horizontalité était préservée, ce qui pourrait expliquer le décalage en hauteur entre les deux zones de la tombe.

L'ensemble des individus de ce niveau présente des effets de cuvette plus ou moins marqués. L'individu 31 est dans une position qui dénote par rapport aux autres sujets des niveaux précédents. Après le dépôt des sujets 32 et 36 aucun espace libre pour la circulation n'est visible, toutefois, si l'on considère que la logique des dépôts va d'est en ouest et en reculant vers le couloir d'accès, les espaces de circulation utilisés sont identiques aux précédents niveaux.

L'unité stratigraphique 374 recouvre ce niveau de dépôt.

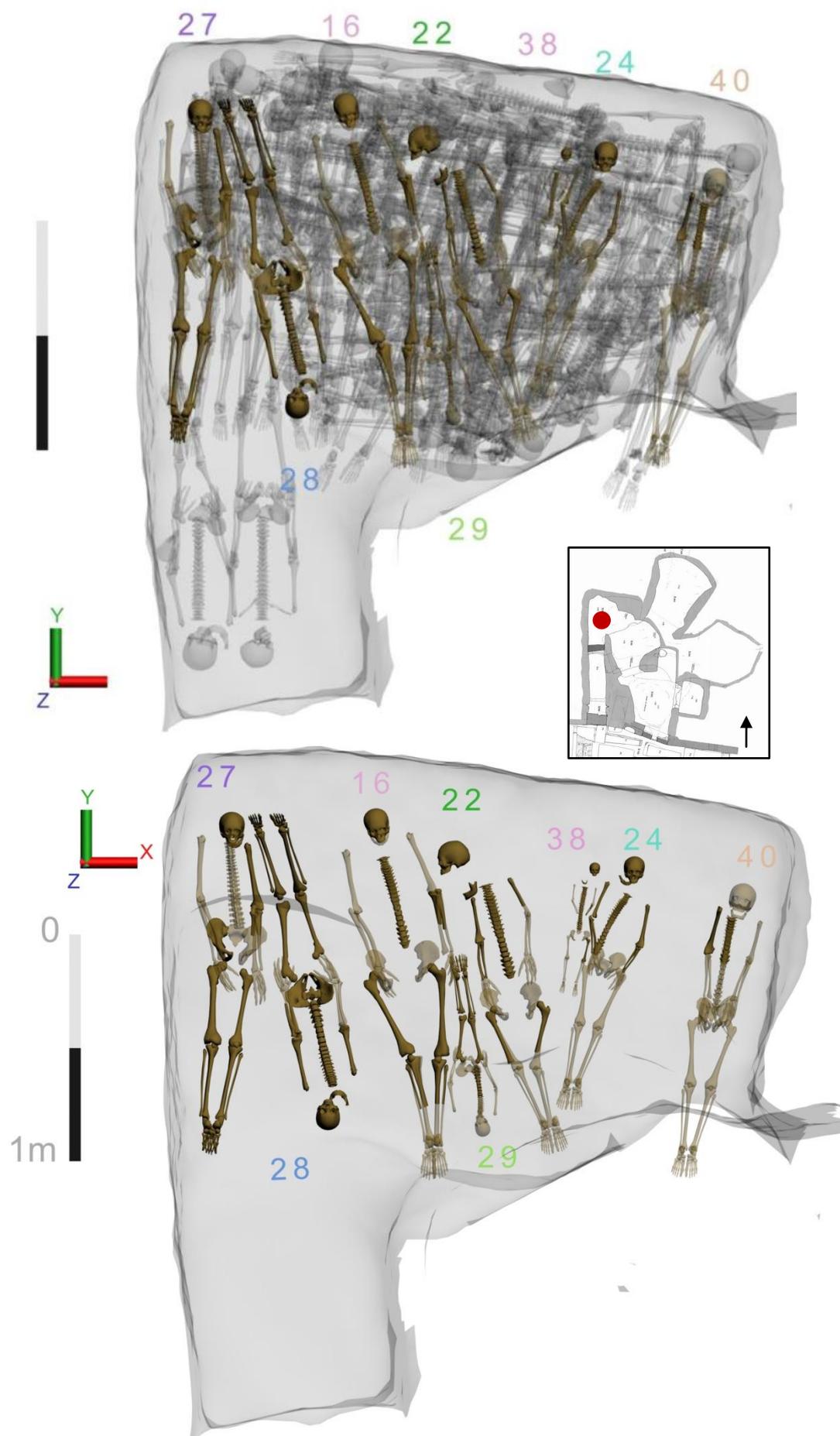


Figure 119 : Vue supérieure du niveau 8.

Niveau 8

Le niveau 8 est composé de huit individus, quatre grands-ado./ad., deux sujets adultes et deux sujets immatures (29 et 38). L'ensemble des individus est en décubitus orienté selon l'axe nord-sud avec majoritairement la tête au nord hormis pour deux individus avec la tête au sud (28 et 29). De même que pour le niveau précédent, peu d'éléments ont permis la détermination de la position des mains, la position en arrière dominant toutefois. L'appareil funéraire retrouvé au sein de ce niveau est constitué de deux vestiges ténus de plâtre sur les avant-bras de l'individu 24 et de plâtre avec une empreinte de tissu sur l'individu 28 qui le recouvre des épaules au milieu des jambes.

La logique de ce niveau est identique aux précédents avec un dépôt d'est en ouest, toutefois aucun élément ne permet de le confirmer car aucune superposition entre les individus n'est visible (fig. 119).

L'individu 40 est vraisemblablement le premier déposé à l'aplomb de la paroi est, il est recoupé par le creusement de l'angle sud-est pour les membres inférieurs. La mauvaise représentation de cet individu a nécessité de le restituer presque intégralement.

L'individu 24 est le deuxième déposé, son membre supérieur droit est légèrement fléchi et son membre supérieur gauche est écarté du corps. Il est à noter que malgré la position atypique des membres supérieurs de cet individu, il était recouvert de plâtre pour la partie haute du corps.

Le sujet immature 38 de la classe des 1-4 ans est installé le long de l'individu 24 sans aucun contact avec un autre sujet. L'individu 22 est déposé dans la continuité, son corps tend vers un axe nord-ouest alors que les précédents individus étaient clairement orienté au nord. L'ensemble des sujets déposés après suit cette orientation. Le crâne du sujet 22 est déconnecté de la mandibule et a une altitude supérieure. Le basculement en face latérale du crâne et la distance séparant les deux éléments du bloc crânio-facial pose la question de l'existence d'un appareil funéraire qui englobe la tête. La forte constriction des membres supérieurs et les vestiges découverts attestent, cependant, de sa présence pour le haut du corps.

L'individu 16 est ensuite déposé à la droite de l'individu 22. L'individu 29, un sujet immature apparaît entre les individus 22 et 16, il est orienté sud-nord, la tête au sud. Son insertion entre les membres inférieurs des deux individus et tête bêche n'est pas sans rappeler le dépôt des individus 57, 39 ou encore 32 dont le dépôt intervient après celui des deux individus qui les entourent.

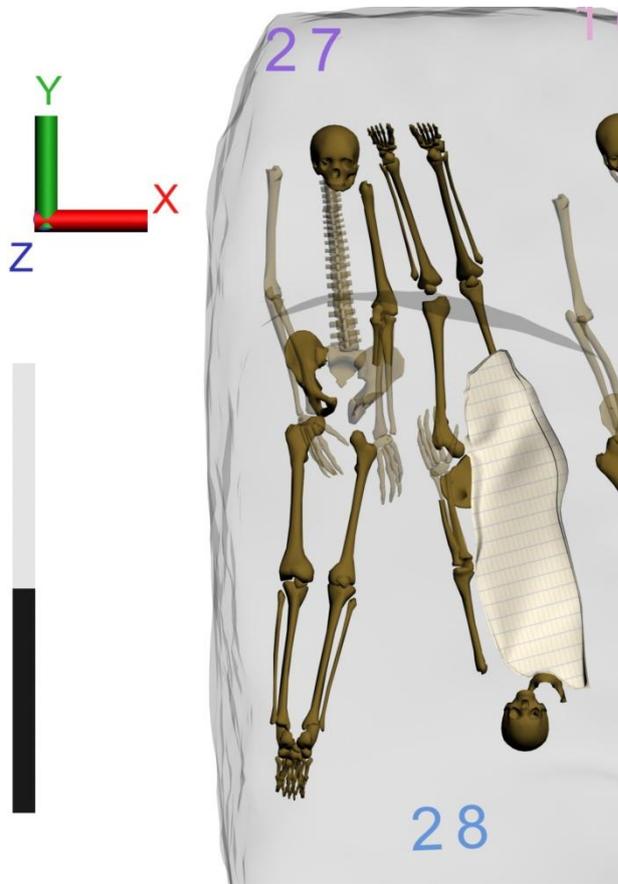


Figure 120 : Vue supérieure de l'individu 28, plâtre et tissu.

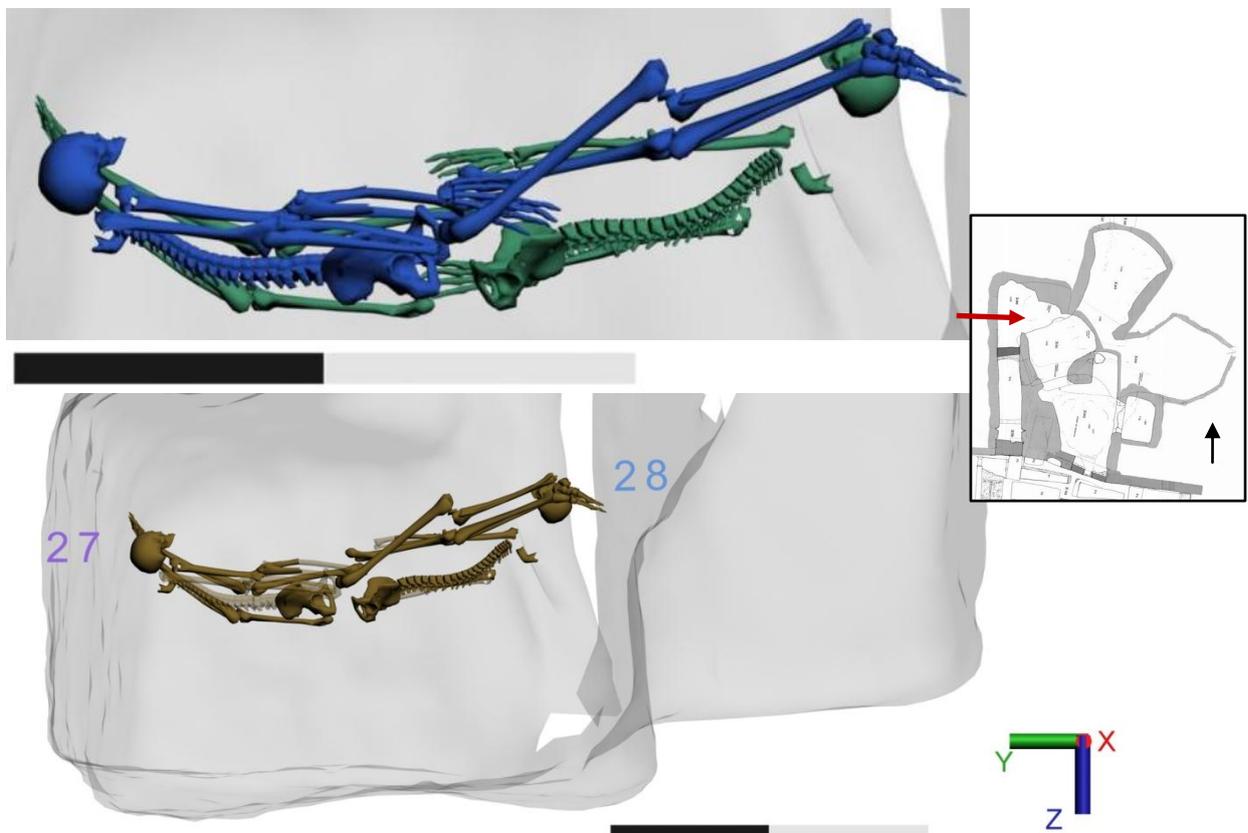


Figure 121 : Vue de la façade ouest des individus 27 (en violet) et 28 (en bleu).

Toutefois, aucune information ne nous permet d'abonder dans ce sens quant à l'individu 29, il n'est donc pas possible de déterminer qui des sujets 16 ou 29 est déposé en premier.

L'individu 28 est déposé la tête au sud à la suite de l'individu 16. Cet individu présente comme le sujet 22, une déconnexion de la mandibule et du crâne, celui-ci est d'ailleurs situé à une altitude bien supérieure. Le sujet est recouvert de plâtre sur tout le haut du corps, comme tend à le confirmer la position contrainte des membres supérieures (fig. 120).

L'individu 28 est déposé à la suite de l'individu 27, c'est le dernier sujet déposé pour ce niveau. Les individus 27 et 28 de ce niveau présentent des effets de cuvette marqués avec le bassin à une altitude inférieure au crâne et aux pieds. Pour le sujet 28, l'amplitude des altitudes entre les différents segments anatomiques est importante, de l'ordre de 24 centimètres entre le crâne et l'extrémité inférieure de la colonne vertébrale et de 9 centimètres entre les dernières vertèbres lombaires et les chevilles et de 22 centimètres si l'on considère l'altitude relevé pour l'extrémité des pieds.

Pour le sujet 27, le crâne présente une altitude supérieure de 5 centimètres par rapport au bassin, mais les pieds sont surélevés de 17 centimètres (fig. 121). Nous pouvons également noter une disjonction importante des membres inférieurs de l'individu 27 : ils apparaissent parallèles, genoux et chevilles serrés, en vue supérieure mais le fémur et le tibia droits apparaissent déconnectés en vue latérale.

Le buste de l'individu 28 est à une hauteur supérieure au reste du corps, équivalente à celles des jambes de l'individu 27. Ces positions semblent s'expliquer par la présence sous-jacente des individus 36 et 32 et ce malgré une passe de sédiment. La position des individus 27 et 28 induites par les individus 36 et 32 pourrait donc indiquer une décomposition dans des temps proches traduisant ainsi une relative simultanéité de ces dépôts.

La perturbation de ces deux individus peut également être liée aux poids des trois derniers niveaux de dépôts concentrés le long de la paroi ouest. Toutefois, aucun élément archéologique ne permet de confirmer cette hypothèse.

Comme pour les niveaux précédents, une passe de sédiment (US 349) vient sceller l'ensemble du dépôt.

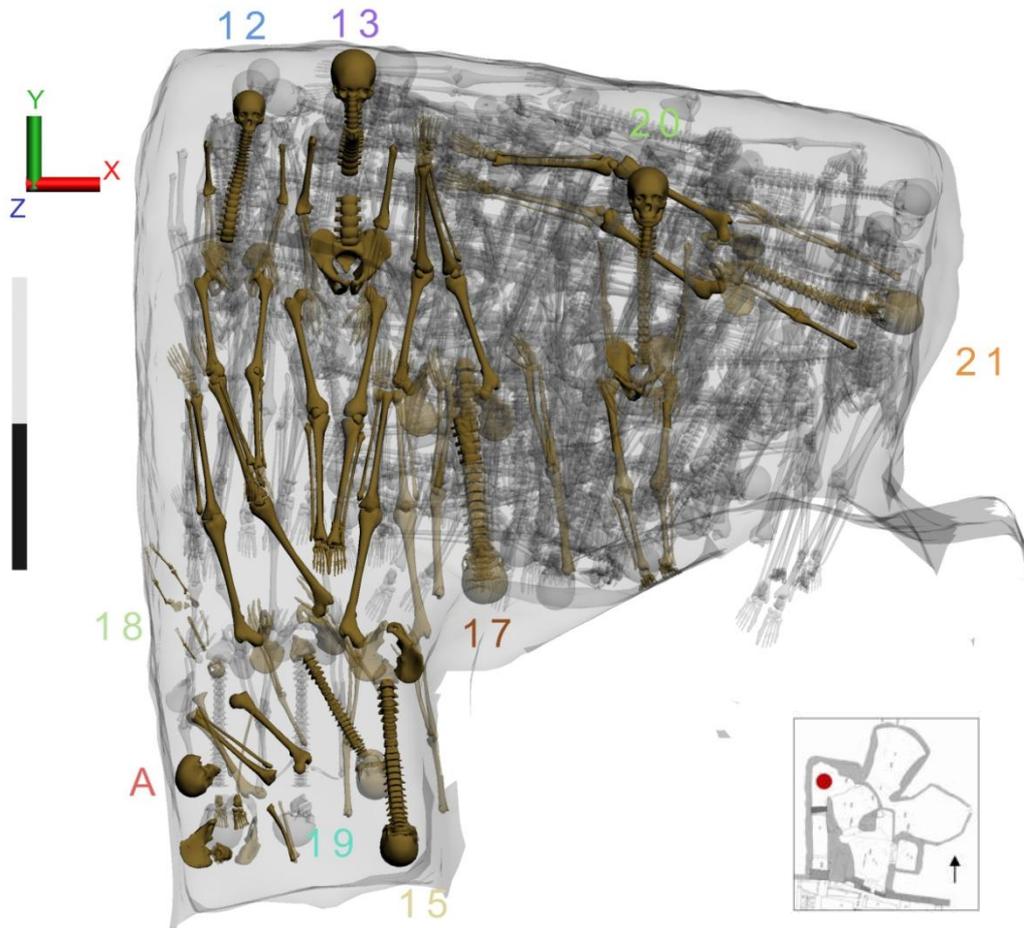


Figure 122 : Vue supérieure du niveau 9.

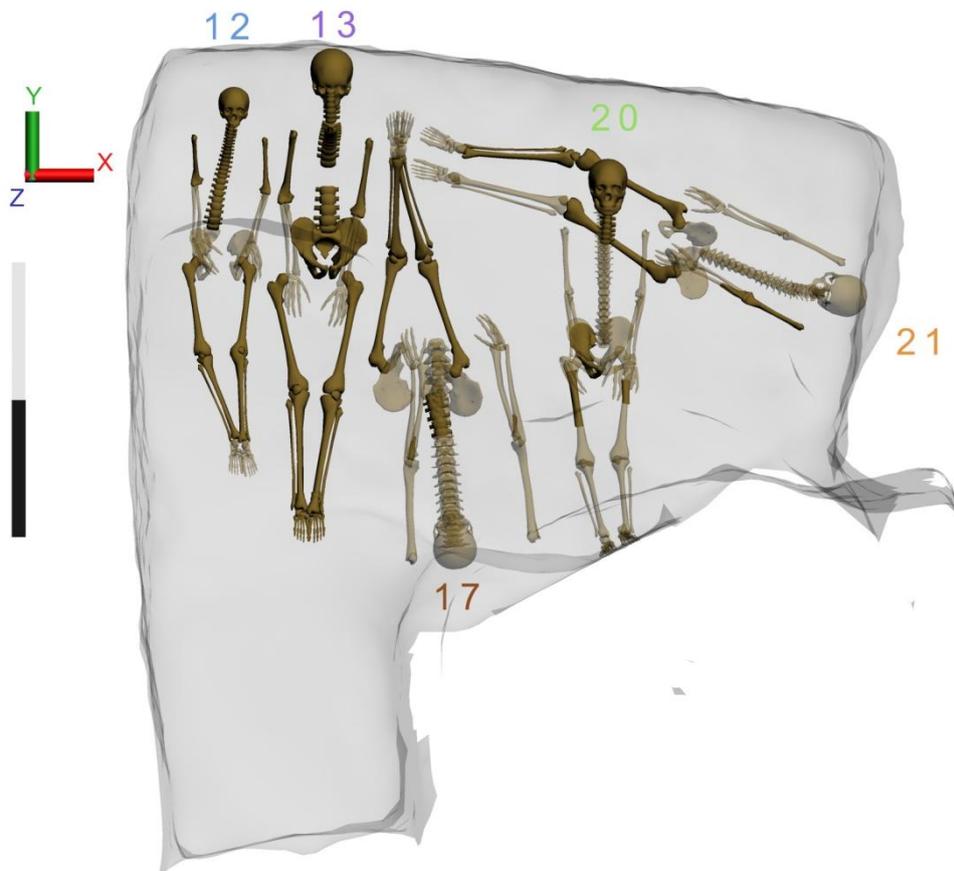


Figure 123 : Vue supérieure, étape a niveau 9.

Niveau 9

Le niveau 9 se compose de neuf individus, six grands-ado./ad., trois adultes et un sujet immature, le 18 de la classe des 0-4 ans. Les individus se présentent en décubitus à l'exception du dépôt A situé dans le coin sud-ouest de la tombe. La position des mains n'est reconnue que pour 3 individus, elles sont en arrière des coxaux. Un seul vestige de l'appareil funéraire a été mis au jour pour ce niveau : une gangue de plâtre autour du crâne de l'individu 12.

L'organisation de ce niveau diffère de celle observée pour les niveaux précédents avec des individus orientés nord-sud et est-ouest et ce qui paraissait être un amas osseux. La chronologie de ce niveau a donc été plus difficile à appréhender, selon les différentes superpositions, il s'organise comme suit et peut être découpé en deux étapes (fig. 122).

Étape a : L'individu 21 est le premier déposé, il est orienté sud-est/nord-ouest comme les sujets des tout premiers niveaux de dépôt. Le membre inférieur droit est à une hauteur très supérieure au gauche, qui lui est dans l'alignement du membre supérieur, aucun relief sous-jacent ne permet d'expliquer cette position particulière.

L'individu 20 est ensuite placé en avant de celui-ci, à hauteur de ses membres inférieurs. Il est orienté nord-sud, la tête au nord. Les pieds de cet individu n'ont pas pu faire l'objet d'un relevé. D'après l'axe des fémurs et l'espace restant entre les genoux et la paroi, il nous a semblé plus judicieux de les restituer en vue supéro-antérieure contre la paroi.

L'individu 17 est ensuite installé, il est orienté sud-nord, la tête au sud, il n'est en contact avec aucun des individus précédemment décrits. Le bras droit du sujet 17 est particulièrement éloigné du corps mais il a été restitué d'après le relevé d'une partie des radius/ulna. L'individu 15, déposé selon la même orientation, le recouvre par la suite avec ses pieds à hauteur du fémur gauche.

L'individu 13 est positionné tête-bêche par rapport au précédent, il est donc orienté nord-sud, la tête au nord. Il présente une position très contrainte au niveau des humérus et le haut de la colonne vertébrale et le crâne sont redressés contre la paroi nord. L'individu 12 est déposé selon la même orientation et dans la continuité de l'axe est-ouest entre l'individu 13 et la paroi ouest.

Il n'existe aucune relation entre les individus 17, 12 et 13 qui pourrait nous permettre de confirmer cette logique chronologique, il peut être toutefois possible de suggérer qu'après l'installation de l'individu 21, le plus à l'est, les dépôts se sont organisés comme pour les niveaux précédemment décrits, de l'est vers l'ouest (fig. 123).

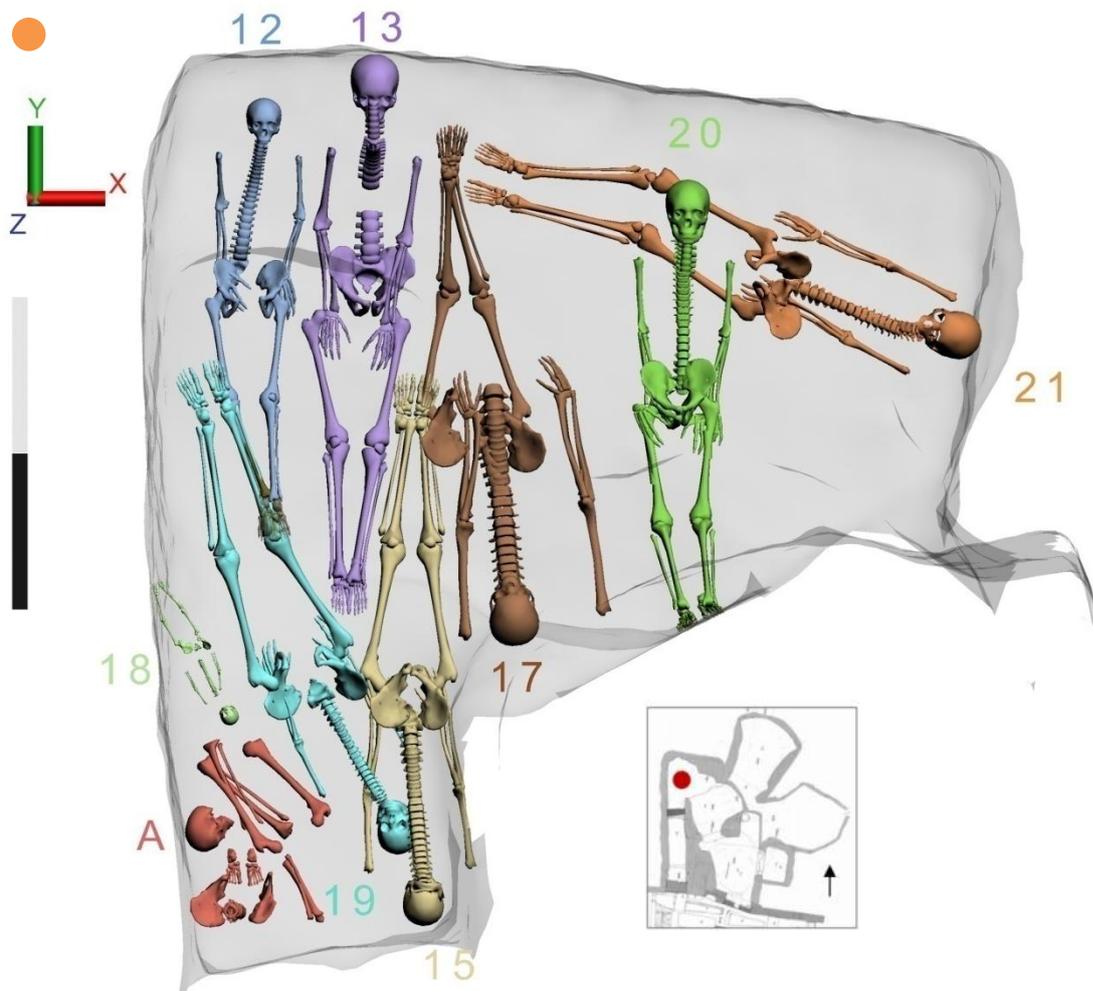


Figure 124 : Vue supérieure des superpositions, niveau 9.

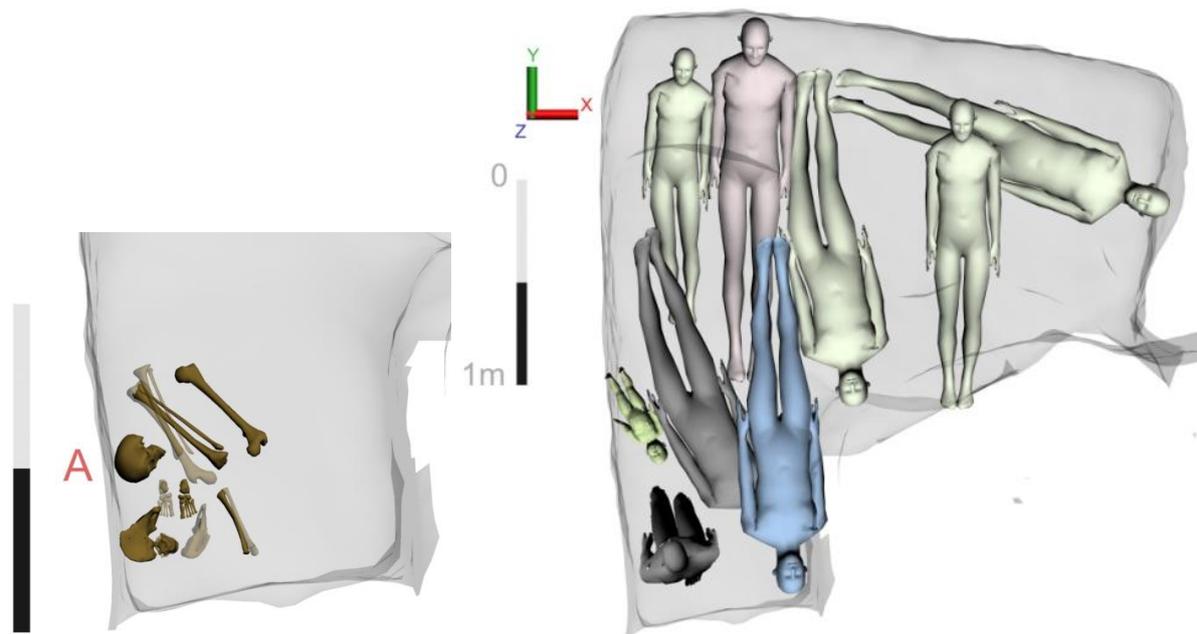


Figure 125 : Vue de la façade est, volume squelette et corps du sujet A.

Une seconde phase de dépôt a pu être observée avec l'apport des individus 18, 19, 15 et A.

Étape b : L'individu 18 est un immature de la classe des 0-4 ans et est déposé le long de la paroi ouest la tête au sud-est et les pieds au nord-ouest, il est vraisemblablement le premier déposé de cette seconde phase puisque la position de l'individu 19, en diagonale, semble induite par la sienne.

Le sujet 19 serait le second déposé, il est orienté comme le sujet 18, sud-est/nord-ouest avec la tête au sud-est. Il recouvre en partie les membres inférieurs de l'individu 12 d'après les données archéologiques, il lui est donc postérieur et son crâne passe en arrière de l'individu 15, il lui est donc antérieur (fig. 124). Toutefois une simultanéité des dépôts entre les individus 12 et 19 est à envisager, nous en discuterons dans le chapitre dédié⁸⁴.

L'individu 15 et le sujet A sont ensuite mis en place mais il n'est pas possible de déterminer lequel est déposé en premier puisqu'il ne se recoupe pas. L'individu 15 est déposé, selon l'axe nord-sud, la tête au sud, contre la paroi est du couloir et dépasse dans la partie centrale de la tombe. Il est installé en avant de l'individu 17 à hauteur du fémur et en avant de l'individu 18 au niveau du crâne.

Le sujet A est composé de vestiges osseux pour lesquels aucune connexion stricte n'apparaît. Les relations anatomiques sont également particulièrement difficiles à percevoir, d'où sa qualification en terme d'amas osseux lors de la fouille. Le sujet A a fait l'objet d'un relevé os par os mais avec une seule altitude par ossement, le pendage de chacun des os n'a donc pu être apprécié. La restitution des vestiges osseux tels que découverts s'est donc révélée particulièrement complexe. L'identification des différentes pièces osseuses sur le terrain puis l'étude des relevés effectués ont permis à l'équipe de fouille d'identifier des relations de proximité des articulations, notamment entre le fémur droit et le tibia droit, ou encore la proximité du crâne et du coxal gauche. Les différentes hypothèses de restitution et le positionnement des ossements des membres inférieurs ont permis de confirmer le présumé archéologique qui considérait ces vestiges comme le résultat d'un dépôt assis, les fesses sur les talons, en appui contre la paroi ouest (fig. 125) Figure 125 : Vue de la façade est, volume squelette et corps du sujet A.

⁸⁴ Pour la scène 3D c'est une imbrication entre deux os que nous avons corrigé : pour la méthodologie concernant les corrections des imbrications entre deux os, cf. *supra* II.3.2.1, pour la discussion sur une éventuelle imbrication cf. *infra* III.1.2.2.

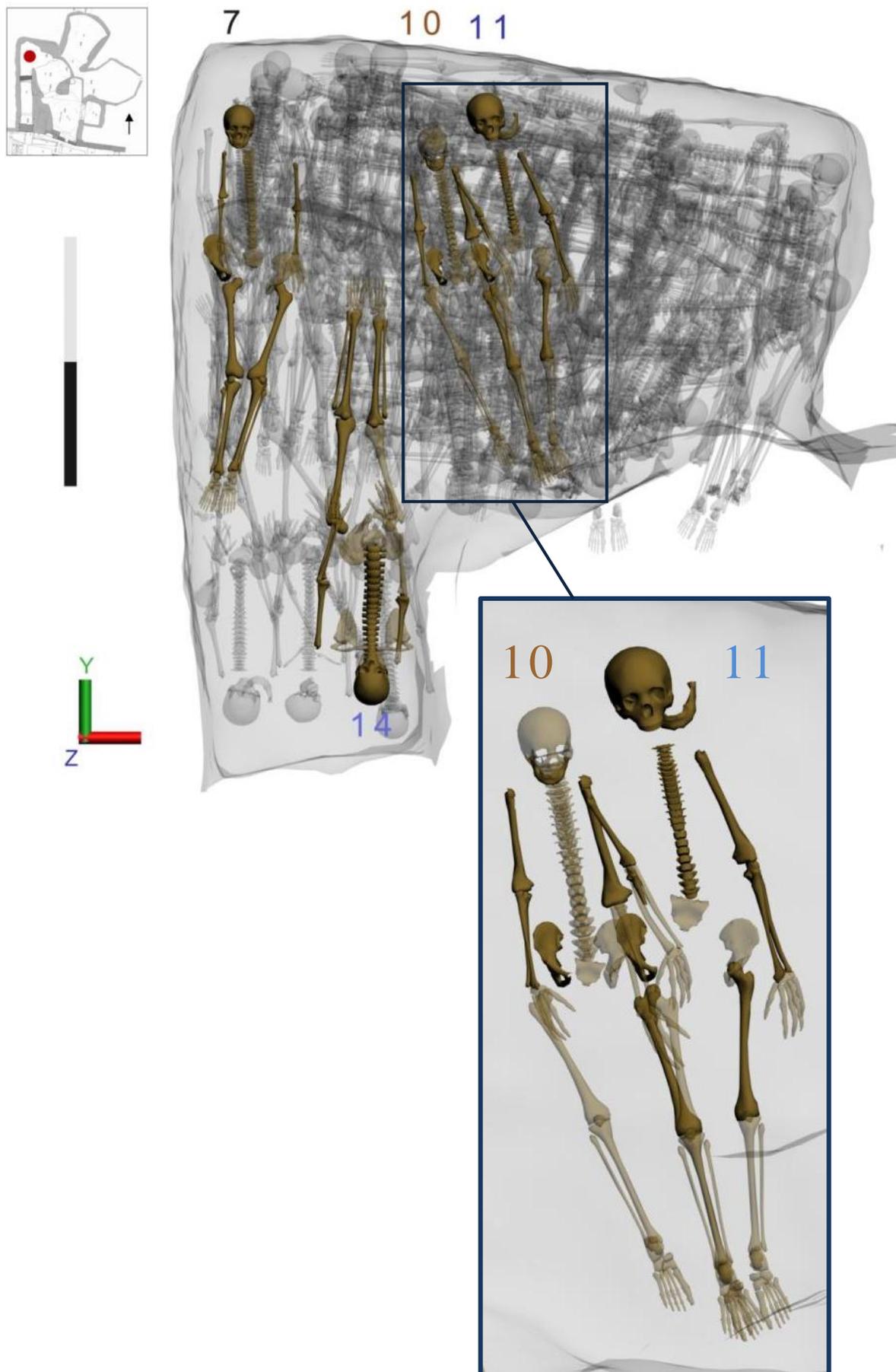


Figure 126 : vue supérieure du niveau 10 avec un agrandissement de la superposition entre les individus 10 et 11.

Le sujet A a été identifié comme appartenant au niveau 9 puisqu'il est situé à la même altitude que les sujets 15 et 19, de plus son dépôt ne perturbe pas ce niveau, il a même l'air de conditionner le dépôt des individus qui lui sont proches.

Peu d'individus de ce niveau présentent des effets de cuvette marquée à l'exception des individus 13, 17 et 20 ces derniers ayant également une hyperflexion des genoux. Le cheminement des corps a dû se faire par des espaces de circulation identique au niveau 8, d'est en ouest puis avec le couloir. A la fin du dépôt des individus de ce niveau, aucun espace libre n'est disponible.

Une passe de sédiment vient également recouvrir ce niveau de dépôt (US 314).

Niveau 10

Le niveau 10 comporte quatre individus, trois grands-ado./ad. et un adulte. L'ensemble des individus est en décubitus, avec trois individus orientés nord-sud la tête au nord et un individu orienté sud-nord la tête au sud, il s'agit de l'individu 14 localisé en partie dans le couloir d'accès sud de la tombe (fig. 126). Pour l'ensemble des individus la position des mains a pu être relevée et restituée, elles sont situées pour trois sujets sous les coxaux et pour un en avant du bassin (14). Tous les individus de ce niveau possèdent du plâtre et/ou des paillettes d'ambre. De même que pour l'individu 12 du niveau précédent, l'individu 7 présente du plâtre autour du bloc crânio-faciale et quelques vestiges sur le haut du corps.

L'individu 11 est le premier déposé, il est recouvert sur tout le côté droit par l'individu 10 qui lui est donc postérieur. Il suit une orientation nord-sud mais légèrement ouest comme les individus du niveau 8 alors que le format de cet individu permettait de le déposer selon l'axe nord-sud. Sa position a induite celle du deuxième sujet déposé, l'individu 10 qui suit alors la même orientation. L'individu 10 ne recouvre que l'individu 11, il n'entre en contact avec aucun autre individu déposé plus à l'ouest. Son dépôt sur l'individu 11 est surprenant alors qu'une place suffisante pour accueillir d'autres individus est visible à l'ouest.

L'individu 7 est quant à lui placé au pied de la paroi ouest. Il est considéré comme étant le quatrième individu déposé mais il ne recoupe ou ne se superpose à aucun autre individu, seul sa localisation au droit du couloir contre la paroi ouest laisse penser qu'il serait déposé dans les derniers.

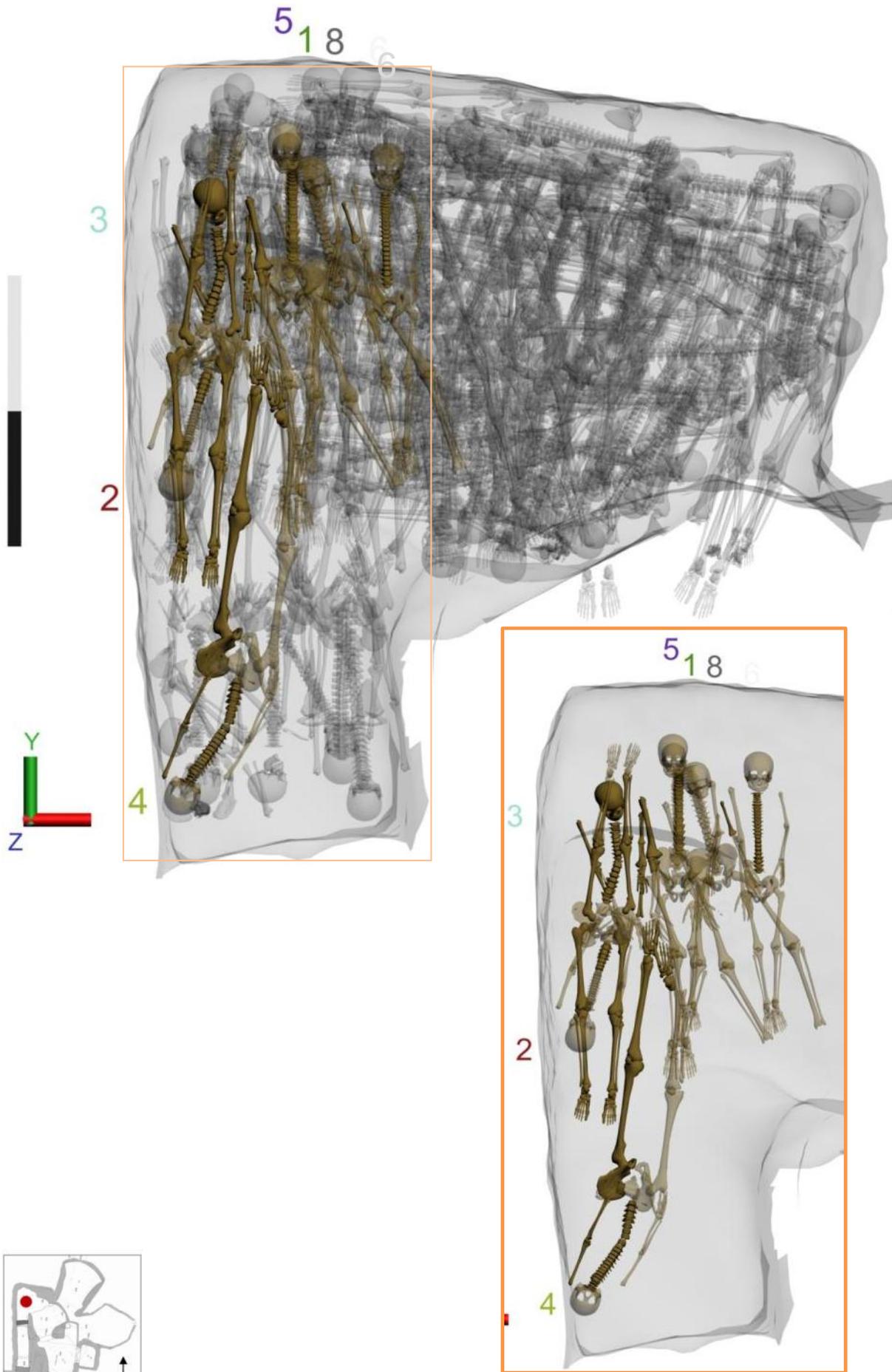


Figure 127 : Vue supérieure du niveau de dépôt 11.

L'individu 14 est vraisemblablement le dernier déposé dans l'espace laissé libre entre les individus 10 et 7. Il est orienté tête-bêche, tête au sud, par rapport à ceux-ci mais n'entre pas en contact avec eux ce qui rend son insertion au sein de la chronologie relative du niveau plus complexe. Étant donné qu'il est disposé dans le couloir d'accès et qu'il vient ainsi occuper un espace de circulation il paraîtrait logique qu'il soit déposé en dernier.

Aucun effet de cuvette n'est observé pour l'ensemble des individus de ce niveau. L'individu 7 présente par contre un fort pendage du nord vers le sud avec les pieds surélevés.

Ce niveau de dépôt est également scellé une passe de sédiment (US 294).

Niveau 11

Le niveau 11 est composé de huit individus mais seuls sept individus ont pu être restitués. Ils sont tous en décubitus et orientés selon l'axe nord-sud, cinq ont la tête au nord et deux ont la tête au sud (2, 4). Les dépôts de ce niveau s'organisent tous dans le prolongement du couloir à l'ouest. De nombreuses superpositions ont permis d'appréhender la chronologie de ce niveau. Néanmoins, l'individu 9, le premier déposé et le plus à l'est n'a pu être restitué en raison des vestiges trop ténus mis au jour et faute d'indication précise sur sa localisation et son altitude. Toutefois, nous avons donc pu l'inclure dans la logique des dépôts grâce aux données recueillies sur le terrain. La position des mains des sujets de ce niveau n'est connue que pour l'individu 4, la main gauche étant sous le coxal gauche. Au sein du niveau 11, un grand aplat de paillettes d'ambre a été observé, il est en relation avec les individus 3 et 4. Du plâtre a été également retrouvé sur les autres individus dans des proportions réduites.

L'individu 9 le plus à l'est est considéré comme le premier déposé.

L'individu 8 (gris) est vraisemblablement le premier déposé malgré des vestiges osseux très mal conservés, seule l'empreinte du bras droit dans une gangue de plâtre a permis de le localiser précisément dans la tombe.

L'individu 6 (blanc) lui est postérieur puisqu'il le recouvre en partie sur le côté gauche : lors de la phase de terrain, les fouilleurs ont pu distinguer le passage du bras droit de l'individu 6 en avant de celui de l'individu 8 (fig. 127). Seuls les épaules, la colonne vertébrale et l'ilium gauche ont été relevés, sans les observations de terrain la superposition visualisée dans la scène numérique n'aurait pu être confirmée.

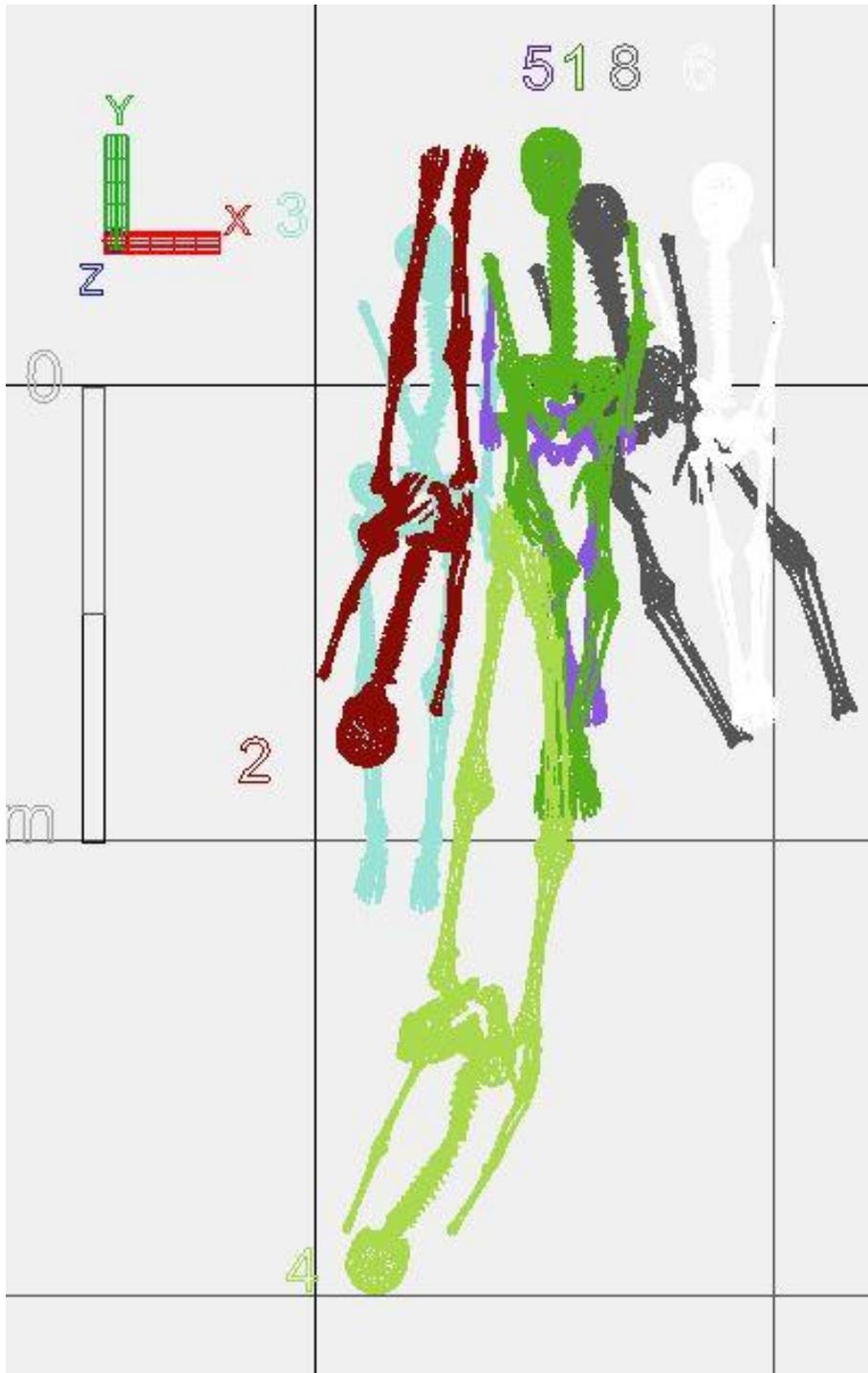


Figure 128 : vue supérieure filaire du niveau 11.

L'individu 3 (bleu) est ensuite déposé ; il n'est pas en contact avec les individus 8 ou 6, il est par contre recouvert par le sujet 5 à hauteur du bras gauche. Comme ce dernier est également en avant du sujet 8, le sujet 3 est donc bien le quatrième déposé.

L'individu 5 (violet) est vraisemblablement déposé à la suite de l'individu 3 qu'il recouvre de son membre supérieure gauche, il lui est donc postérieur. Il est aussi déposé sur l'individu 8 mais aucune donnée archéologique ne confirme cette superposition. Il est entièrement recouvert par l'individu 1, il est donc antérieur. Aucun élément ne permet de le situer plus précisément dans la chronologie puisqu'il n'est pas en rapport avec l'individu 2, toutefois il semble plus logique que celui-ci soit déposé après l'individu 5, nous supposons donc que l'individu le plus à l'est est déposé en premier comme cela a été observé dans les niveaux précédents.

L'individu 2 (bordeaux) repose entièrement sur l'individu 3, il est tête-bêche par rapport à celui-ci, son crâne est au sud. La position des membres inférieurs du sujet 2 est induite par la présence sous-jacente du haut du corps du sujet 3, la moitié supérieure du corps est à une altitude légèrement supérieure au bassin. Le sujet 2 n'est en contact avec aucun autre individu.

L'individu 1 (vert foncé) est ensuite déposé en avant de l'individu 5 et le recouvre entièrement, il repose également sur les individus 3 et 8. Les individus 1 et 5 ne sont représentés que par quelques éléments du haut du corps. Il n'existe aucune relation entre les individus 1 et 2, il n'est donc pas possible de déterminer lequel est déposé en premier.

L'individu 4 (vert clair) est le dernier déposé et vient s'installer obliquement dans le couloir d'accès sud. Ses membres inférieurs reposent également sur le sujet 1. Cet individu était pris dans une gangue de plâtre et de nombreuses paillettes d'ambre ont été observées, il fait partie des mieux conservés de ce niveau avec l'individu 3.

Malgré la forte superposition des sujets, la logique de dépôt d'est en ouest est respectée comme le confirme le sens des superpositions avec tout d'abord le dépôt de l'individu (fig. 128). Aucun effet de cuvette n'a été mis en évidence sur ce niveau mais comme il s'agit du dernier déposé, aucune force ne s'applique lors de la décomposition.

Une passe de sédiment (US 178) scelle là aussi l'ensemble du dépôt.

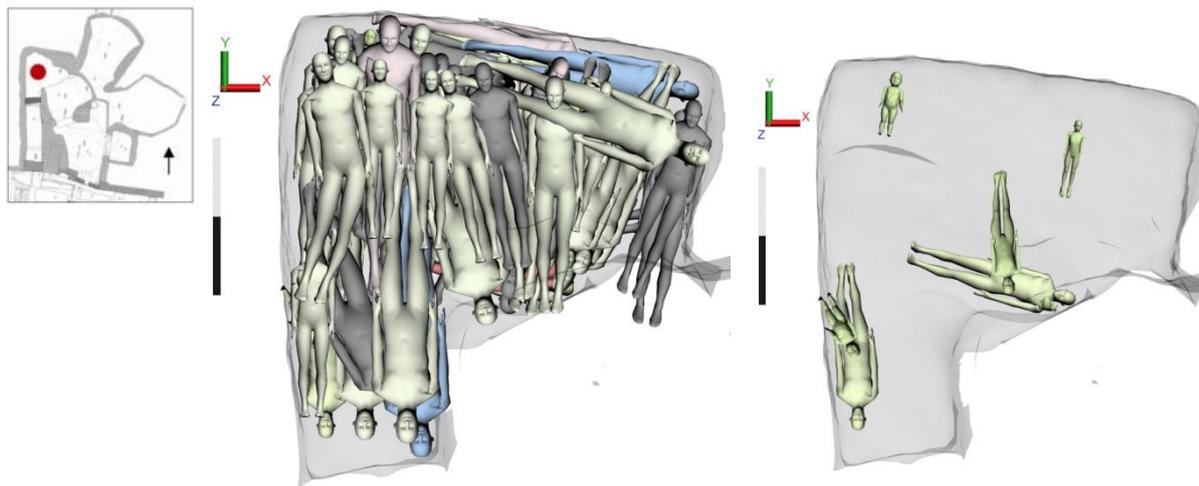


Figure 129 : Vue supérieure des corps en volume selon leurs caractéristiques et les sujets immatures.

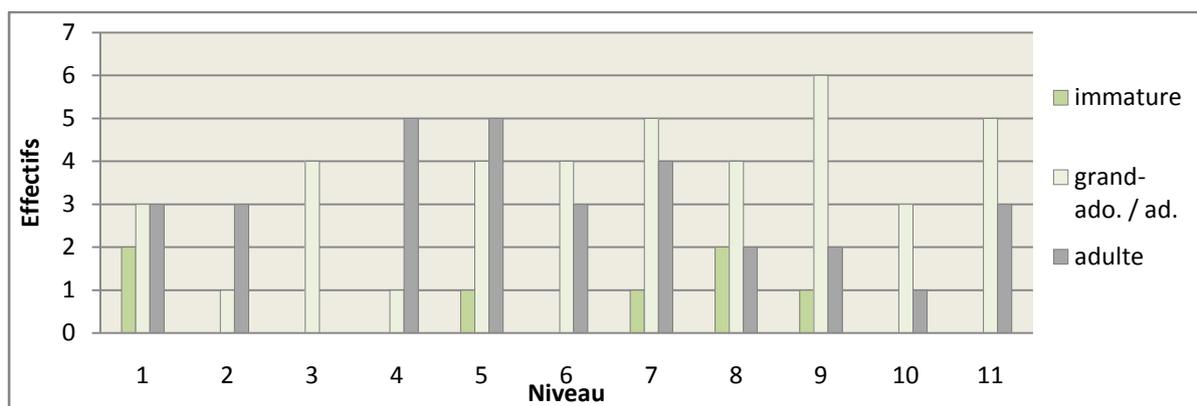


Figure 130 : Tableau de répartition des sujets immatures par niveau et vue de trois-quarts face des niveaux 6, 10 et 11.

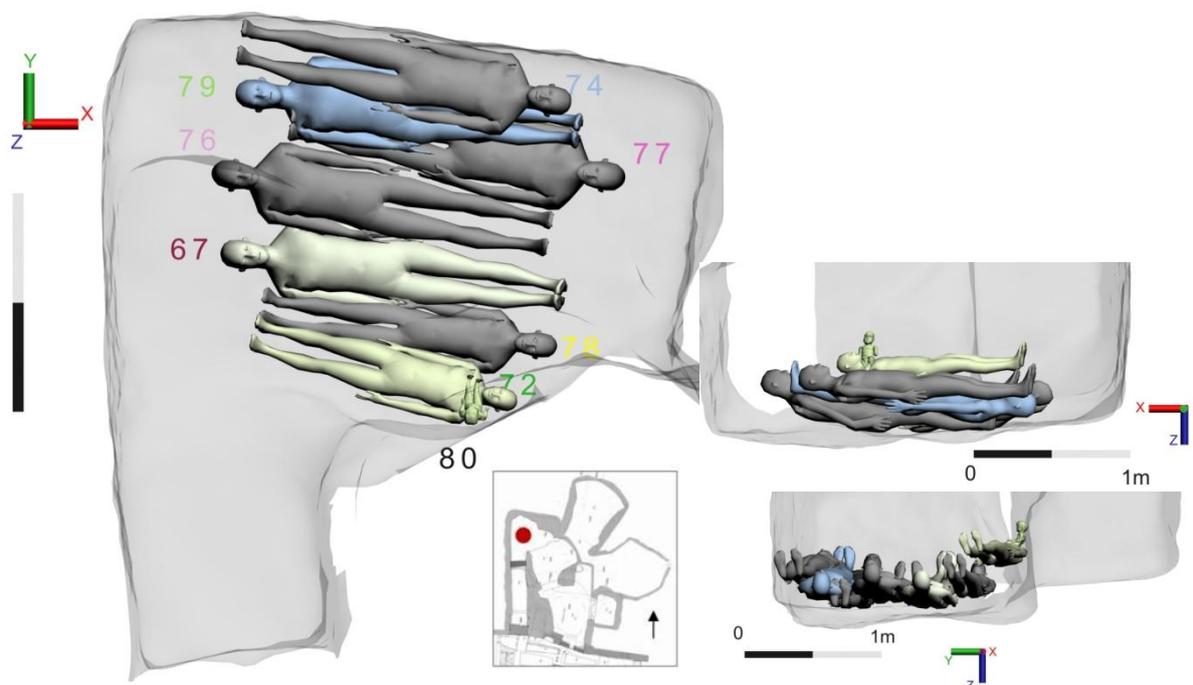


Figure 131 : Vue supérieure, de la façade nord, de la façade est, niveau 1.

III.1.1.2. Étude de la répartition des sujets immatures

Les 78 individus déposés au sein de la tombe 18 se répartissent en sept sujets immatures et trente-neuf grands-adolescents ou adultes. Le nombre important de sujets dans cette catégorie est dû en grande partie à la mauvaise conservation des vestiges (fig. 129) (Castex *et al.* 2009 : 289). Les sept immatures sont répartis par classe d'âge, plus ou moins étendue selon la qualité et la quantité d'éléments osseux qui ont permis d'établir l'âge. Cinq individus appartiennent aux premières classes d'âge entre 0 et 5 ans : deux ont moins de un an (48 et 80), un entre 0 et 4 ans (18), un entre 1 et 4 ans (38) et un entre 1 et 9 ans (29). Le sujet 36 est entre les classes 5-9 ans et 10-14 ans. Deux individus appartiennent aux classes 10-14 ans (72), et 10-19 ans (61).

Les sujets entre 0 et 9 ans sont présents dans les niveaux 1, 5, 7, 8 et 9 tandis que les sujets entre 10 et 19 ans ont été mis au jour dans les niveaux 1, 7. Les niveaux 2, 3, 4, 6, 10 et 11 ne comportent donc aucun sujet identifié comme appartenant à de jeunes immatures par contre il est à noter que l'âge de nombreux individus n'a pu être estimé plus précisément que supérieur à 15 ans⁸⁵ (fig. 130). La conservation de ces niveaux est particulièrement mauvaise par rapport aux premiers niveaux de dépôts, la détermination de l'âge est difficile sur la base de fragments osseux pour lesquels notamment aucune mesure ne peut être prise et où la corticale de l'os n'est pas observable.

Le premier niveau de dépôt comporte deux sujets immatures, les sujets 72 et 80 (fig. 131). Le sujet 67, un grand-adolescent/adulte est le premier déposé du niveau 1 et vient se placer au centre de la tombe. Les autres individus sont ensuite disposés en fonction de lui. L'individu 72 est placé au sud de la tombe, le format réduit de ce sujet étant ici utilisé pour combler l'interstice entre l'individu 78 et la paroi sud. Le sujet 80 est déposé sur le cou de l'individu 72 et appuyé certainement contre la paroi sud profitant ainsi d'un renforcement de celle-ci. Le sujet 80 appartient à la classe 0-4 ans. Sa position sur le cou d'un individu met en évidence l'exploitation qui est faite des espaces laissés vides et ce dès le premier niveau de dépôt. La hauteur du premier niveau de dépôt permet de rejoindre celui de la banquette ouest, le dépôt du sujet 80 ne pouvait se faire sur cette banquette ou à un autre endroit puisqu'il aurait ainsi rompu l'horizontalité du niveau.

⁸⁵ Ils sont donc comptabilisés dans la catégorie grand-adolescent/adulte.

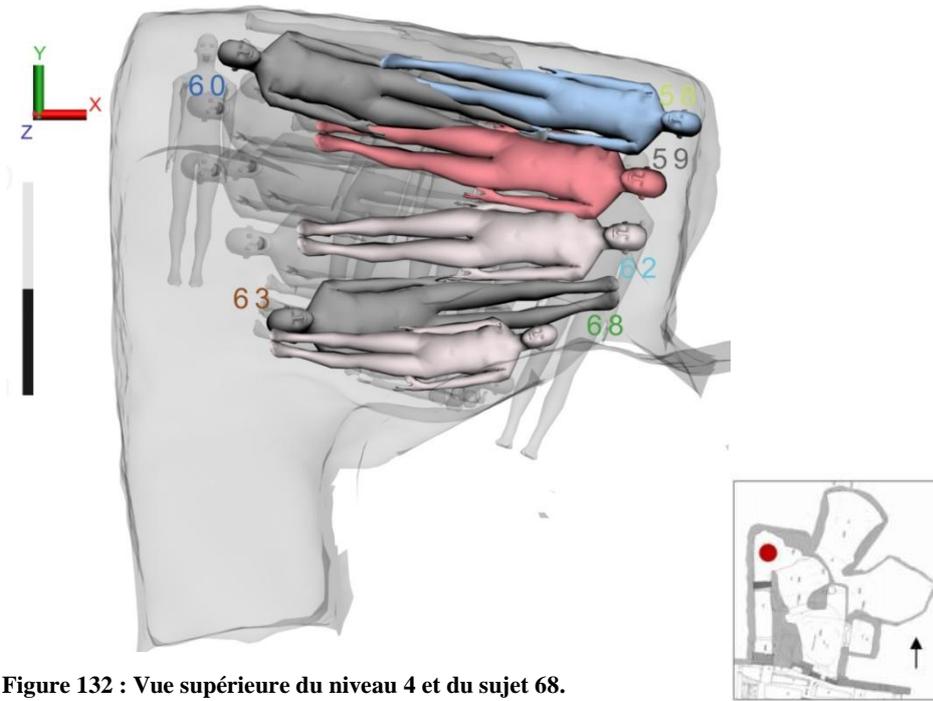


Figure 132 : Vue supérieure du niveau 4 et du sujet 68.

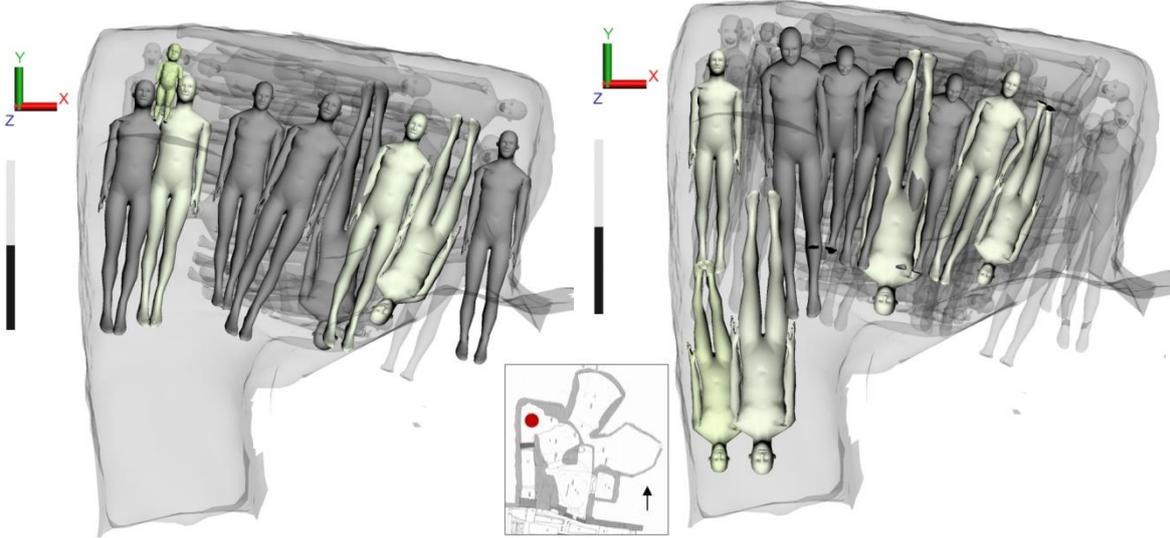


Figure 133 : Vue supérieure du niveau 5 et vue supérieure du niveau 7.

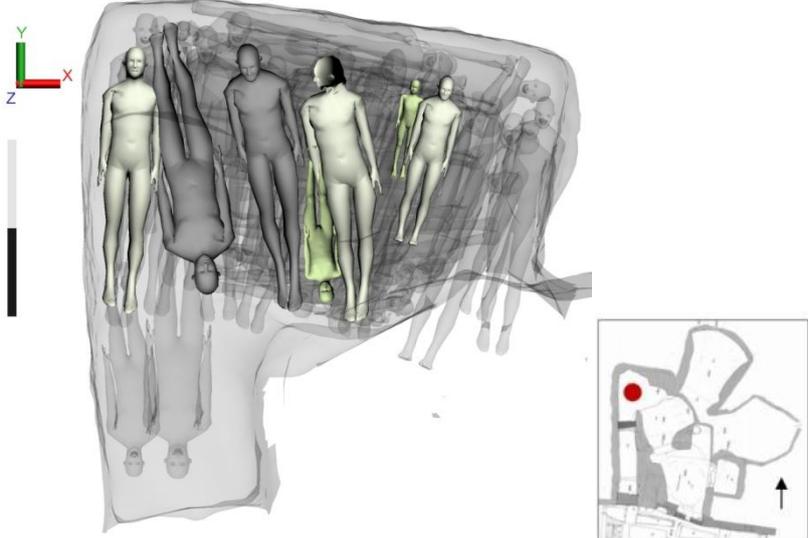


Figure 134 : Vue supérieure du niveau 8.

Aucun appareil funéraire n'a pu être mis en évidence pour ce sujet. Cette rationalisation de l'espace apparaît avoir été nécessaire, ce qui permet de penser que le temps écoulé entre les premiers dépôts de corps n'a pas dû être important.

Le quatrième niveau comporte six individus dont pour certains la bonne conservation a permis d'estimer l'âge et de déterminer le sexe. Parmi eux, l'individu 68 est une grande adolescente 15-19, déposée en premier contre la paroi sud de la tombe (fig. 132).

Le format réduit de cet individu permet de le placer à cet endroit et ainsi conserver la largeur de la partie centrale pour la suite des dépôts puisque cet individu tout comme le sujet 72 du niveau 1 vient se positionner sur une anfractuosité de la paroi.

Le sujet immature du cinquième niveau, 48, appartient à la classe des 0-1 ans, il est situé dans l'angle nord-ouest de la tombe 18 (fig. 133). Le sujet 48 est intercalé entre le crâne de deux individus, 55 et 54 et ses pieds reposent à hauteur des épaules des deux autres sujets.

Au sein du niveau 6, aucun immature n'a été identifié mais trois grand-ado. /adultes. sont présents.

Le niveau 7 comporte six grand-ado./ad. et un immature. Ce dernier appartient aux 5-14 ans et fait partie d'une seconde phase de dépôts dans le couloir d'accès sud de la tombe 18. Il repose sous le bras gauche de l'individu 32 et contre la paroi ouest (fig. 133). Cet individu recouvre les pieds de l'individu 34. Le format est ici utilisé puisque c'est le seul individu du niveau qui pouvait être placé dans la continuité de l'individu 34 sans le recouvrir plus.

Le huitième niveau de dépôt contient deux immatures et quatre grands-ado./ad. Le sujet 38 appartient aux 1-4 ans et le sujet 29 aux 1-9 ans. Le sujet 38 est déposé sous l'individu 24 et l'individu 29 est disposé tête-bêche avec le sujet 29 le long de sa jambe droite. Seul un sujet immature, de format plus réduit, pouvait prendre place entre l'individu 24 et l'individu 16. La taille réduite de cet individu est utilisée ici pour combler un espace qui n'aurait pas pu être exploité pour un adulte (fig. 134).

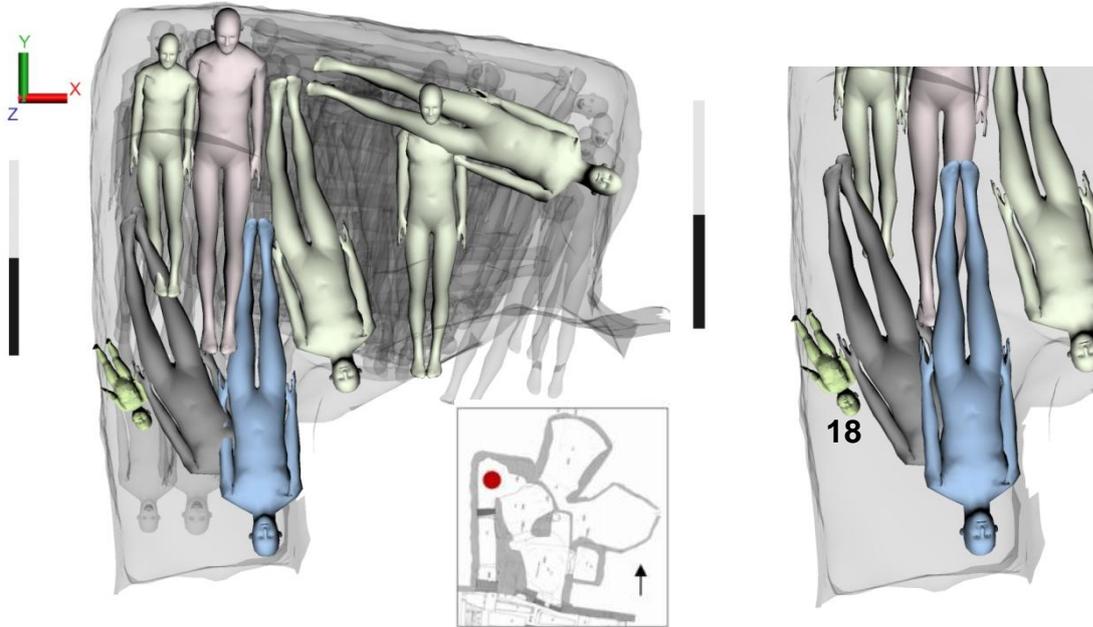


Figure 135 : Vue supérieure du niveau 9 et agrandissement pour le sujet 18.

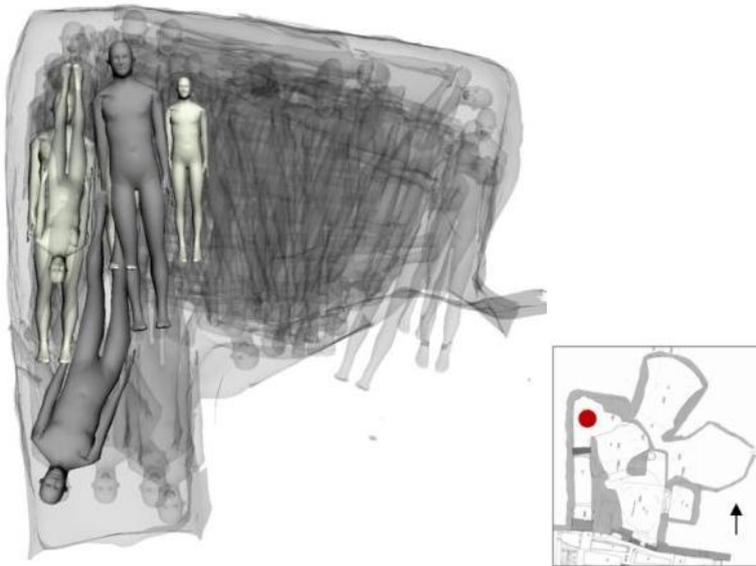


Figure 136 : Vue supérieure de la répartition des grand-adolescents ou adultes au sein du niveau 11.

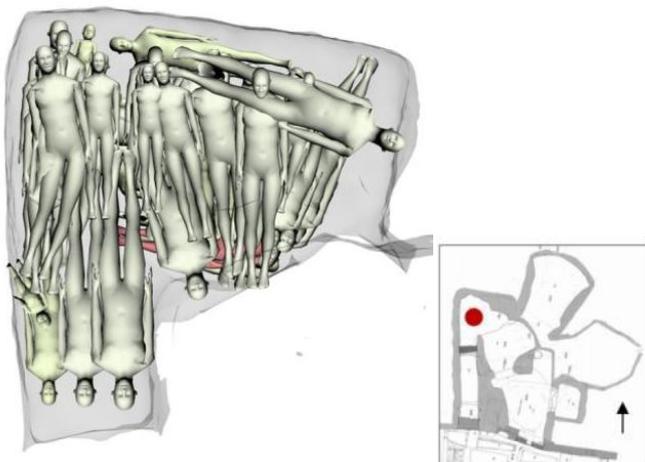


Figure 137 : Ensemble des immatures et grand-ado. /ad. ou adultes au sein de la tombe 18.

Le niveau 9 est le dernier niveau de dépôt à contenir un sujet immature (fig. 135). Le sujet 18 appartient à la classe des 0-4 ans, il est déposé le long de la paroi ouest. Il est à la jonction entre la partie centrale de la tombe et le couloir.

Il paraît vraisemblable qu'il ait été déposé dans les derniers dans un espace inoccupé et de dimension trop réduite pour accueillir un adulte, cependant sa position a influencé celle du sujet 19 à sa droite.

Aucun sujet immature n'a été identifié au sein des niveaux 10 et 11, toutefois ceux-ci contiennent huit grands-adolescents ou adultes. La conservation de ces niveaux est mauvaise, liée en grande partie à l'affleurement des vestiges (fig. 136).

Les sujets immatures de moins de 15 ans sont présents dans les niveaux 1, 5, 7, 8 et 9 de dépôts.

La disposition des immatures à l'aplomb des parois, dans les espaces vacants entre deux individus témoigne d'une volonté d'organiser les dépôts afin d'optimiser l'espace, ce qui met en évidence une gestion des corps au moment du dépôt ou en surface. Au-delà de l'appartenance aux classes d'âge immature, il faut peut-être voir ici un choix en fonction du format, les individus de taille réduite sont utilisés pour combler des espaces inaccessibles à un sujet de format adulte.

Notre étude de la répartition des sujets immatures au sein de la tombe reste biaisée par la mauvaise conservation des vestiges qui a souvent gêné l'estimation de l'âge des individus. Nous pouvons en effet constater qu'ils apparaissent dans les niveaux où la conservation osseuse est meilleure puisqu'au sein de ces mêmes niveaux des individus masculin ou féminin ont pu être identifiés (fig. 137).

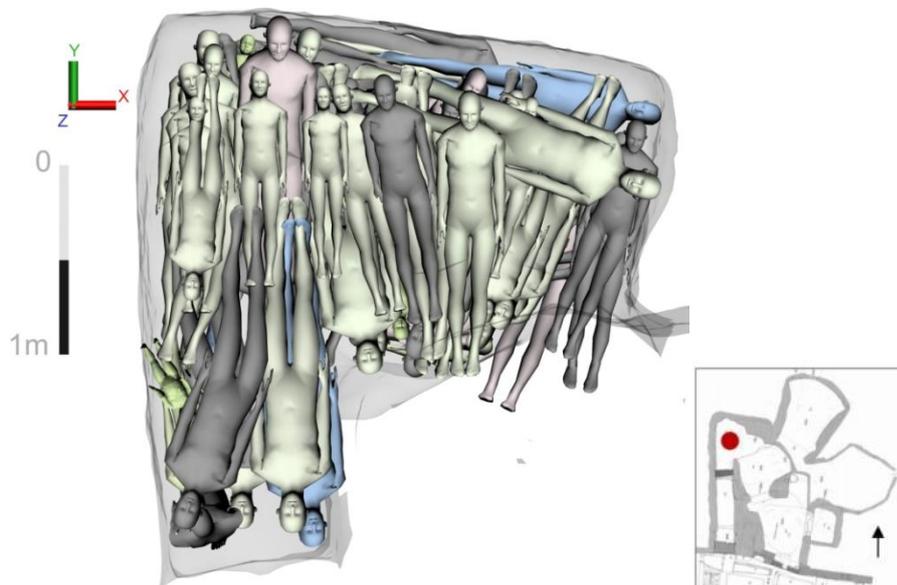


Figure 138 : Vue supérieure de l'ensemble des individus (en bleu : homme, en dégradé de rouge : femme).

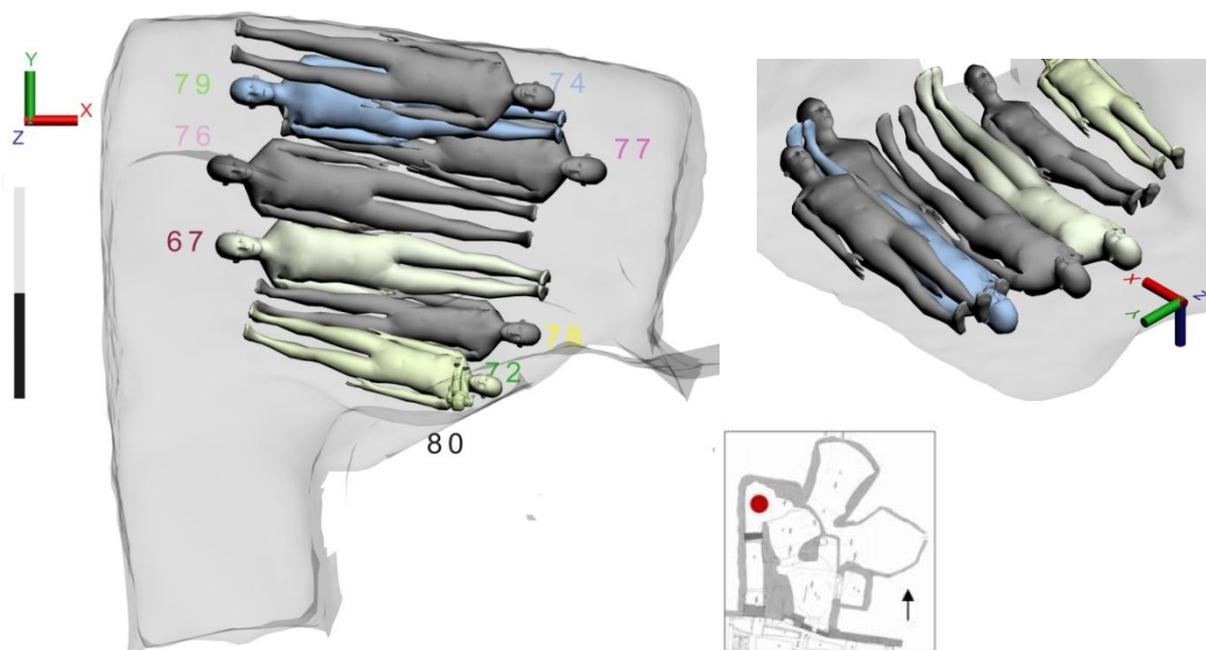


Figure 139 : Vue supérieure du dépôt de l'individu de sexe masculin du niveau 1, et vue de trois-quarts.

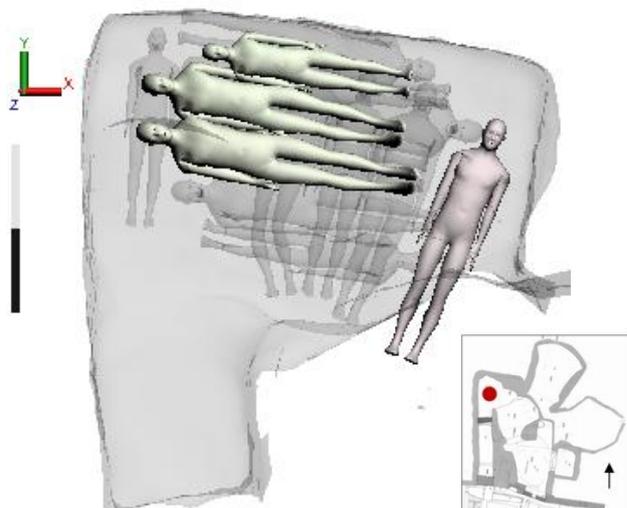


Figure 140 : Vue supérieure du niveau 3.

III.1.1.3. Étude de la répartition des sujets masculins et féminins

Au sein de la tombe 18, le sexe de dix individus a pu être déterminé (Castex *et al.* 2009 :289 ; 2011 : 279). Quatre individus probablement masculins ont été identifiés, un individu féminin et cinq individus féminins possibles (fig. 138).

Le niveau 1 comporte un individu plutôt masculin (fig. 139). Le sujet 79, probablement masculin est le cinquième déposé contre la paroi nord, la tête à l'ouest.

Le sujet 74 est placé tête-bêche avec l'individu 79, la superposition des individus semble liée à l'agencement des corps. Le positionnement de l'individu masculin, de taille plus importante, intervient dans la première phase de dépôt avant que les individus 72, 80 (tous deux immatures) et 74 soient placés sur les bords extérieurs en appui contre les parois et sur les individus sous-jacents. L'individu 74 est placé sur le 79 et occupe un espace laissé libre entre l'individu 79 et la paroi nord.

Le troisième niveau comporte également un individu plutôt féminin (70) (fig. 140). Le sujet 70 est placé à la perpendiculaire des autres individus et a été recoupé en partie. Parmi les sujets pour lesquels un sexe féminin a pu être déterminé, c'est le seul qui est disposé à une place non contrainte par un autre individu ou par la paroi.

Le niveau 4 est composé de six individus, une femme (59), deux sujets plutôt féminin (62 et 68) et un sujet plutôt masculin (58) (fig. 141). Le sujet plutôt masculin est placé contre la paroi nord sur un individu de sexe indéterminé (60), il fait vraisemblablement partie des derniers déposés et occupe un espace jusqu'à présent plutôt réservé aux femmes mais il présente un format réduit. Le sujet 59 est également placé tête-bêche avec l'individu 60 et s'appuie contre l'individu 58.

Le sujet plutôt féminin est placé contre le sujet 59. L'autre sujet féminin possible, le sujet 68 est placé contre la paroi sud dont il suit le contour. Le niveau 4 est celui qui comporte le plus d'individus dont le sexe a pu être déterminé.

Le positionnement central des femmes ou latéral de l'individu masculin montre que pour l'organisation de ce niveau le format n'intervient pas dans la disposition des corps hormis pour l'individu 68.

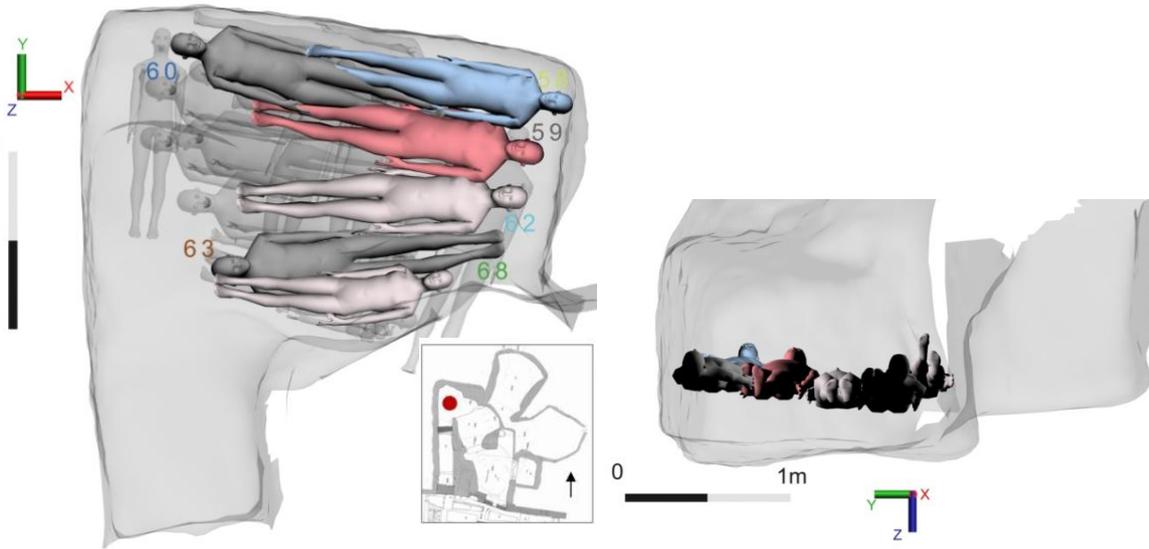


Figure 141 : Vue supérieure du niveau 4 des individus sexés et vue latérale gauche du niveau 4.

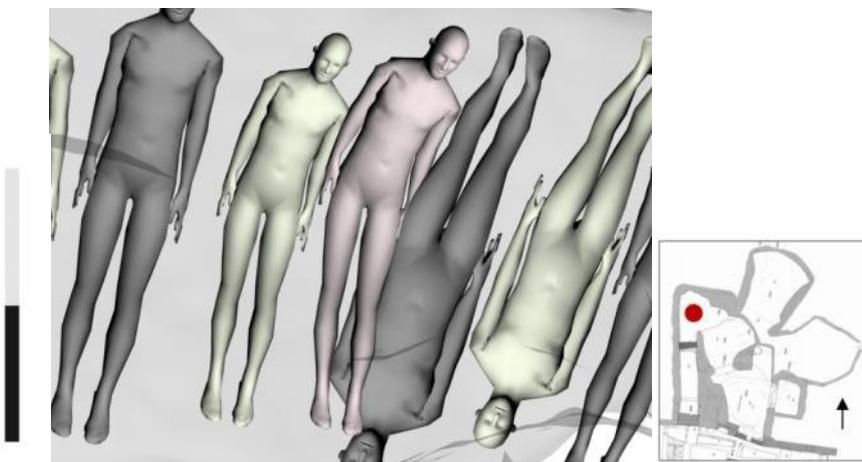


Figure 142 : Vue supérieure de l'individu de sexe féminin du niveau 6.

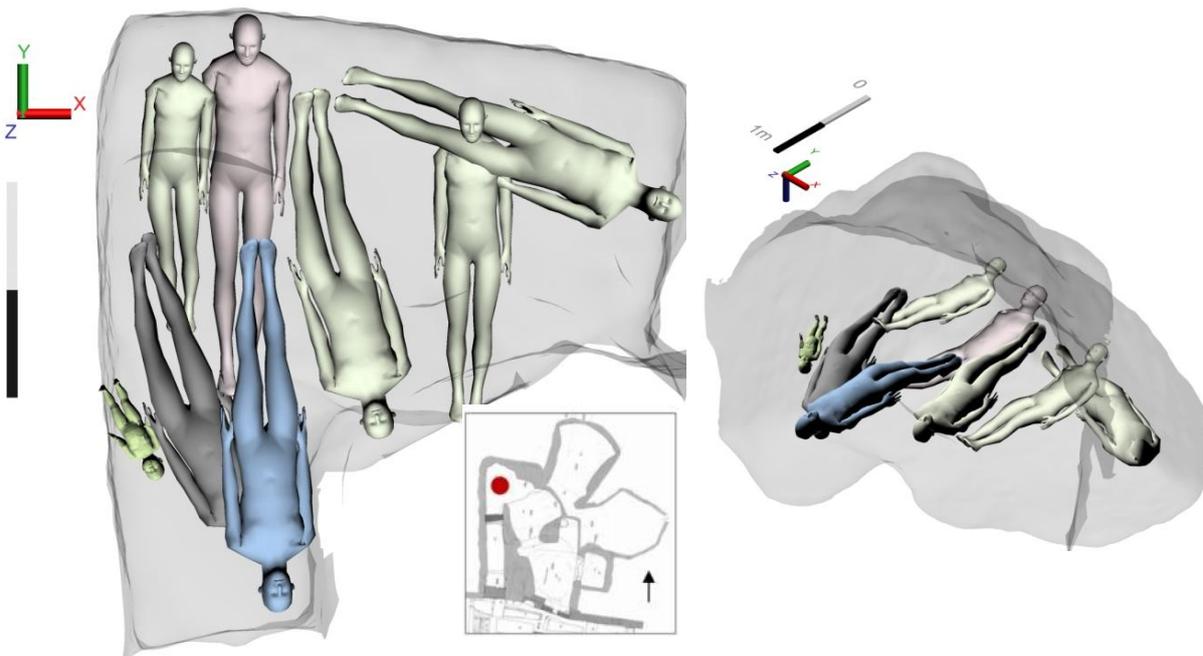


Figure 143 : Vue supérieure du 9e niveau de dépôt et vue de 3/4 sud du niveau 9.

Le positionnement central des femmes ou latéral de l'individu masculin montre que pour l'organisation de ce niveau le format n'intervient pas dans la disposition des corps hormis pour l'individu 68. En effet, ce sujet est placé contre la paroi sud, son crâne repose contre une anfractuosité de la paroi qui délimite la taille de l'individu qui occupe cet espace. Un autre adulte de plus grande taille n'aurait pu y être déposé.

Le niveau 6 comporte un individu de sexe plutôt féminin disposé au centre de la tombe, tête-bêche et en appui sur l'individu 45 (fig. 142). Sa position centrale n'est pas due à une taille différente des autres individus, celle-ci étant relativement homogène.

Le sexe des individus des niveaux 7 et 8 n'a pu être déterminé.

Le niveau 9 est le dernier niveau ou le sexe des individus a pu être déterminé (fig. 143). Il s'agit d'un sujet plutôt féminin (15) et d'un sujet plutôt masculin (13). Le sujet féminin est installé entre deux grand-ado./ad. Le sujet masculin a été placé dans le couloir d'accès sud à la tombe et il repose contre la paroi ouest du couloir, le crâne en appui sur la paroi sud du couloir. Il fait partie d'une deuxième phase de dépôt au sein de ce niveau et vient se placer dans le seul espace libre ou sa taille lui permet d'être.

Les niveaux 10 et 11 ne comportent aucun individu dont le sexe a pu être déterminé.

Les individus dont le sexe a pu être déterminé se situent dans les niveaux 1, 3, 4, 5, 6 et 9. Les niveaux 2, 7, 8, 10 et 11 ne comportent aucun individu dont le sexe a pu être déterminé.

L'interprétation de la répartition par sexe et par niveau des sujets est délicate puisque fondée sur l'étude de la position et de la localisation de seulement dix individus sur les soixante et onze adultes ou grand-ado./ad.. Toutefois, il est possible de proposer quelques observations préliminaires. Les hommes ne semblent pas occuper une position particulière au sein de la tombe. Ils sont soit au centre soit contre les parois, et ils ne sont généralement pas contraints par les autres individus ou l'espace funéraire.

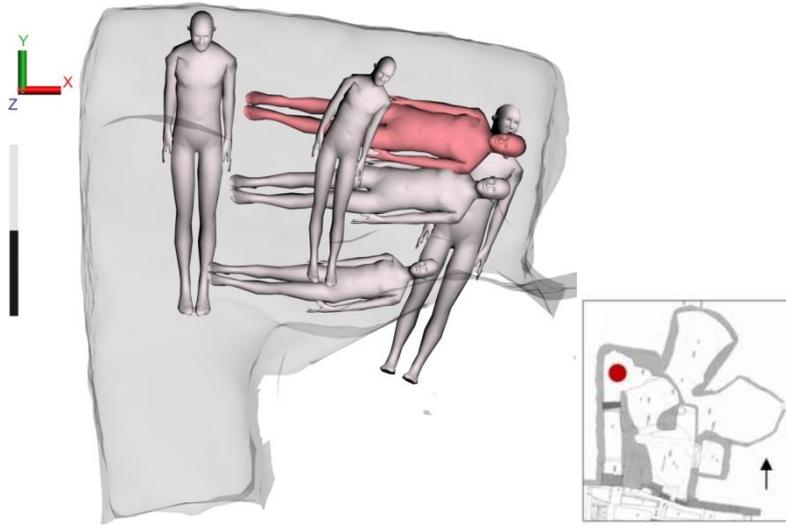


Figure 144 : Vue supérieure de l'ensemble des individus féminins de la tombe 18.

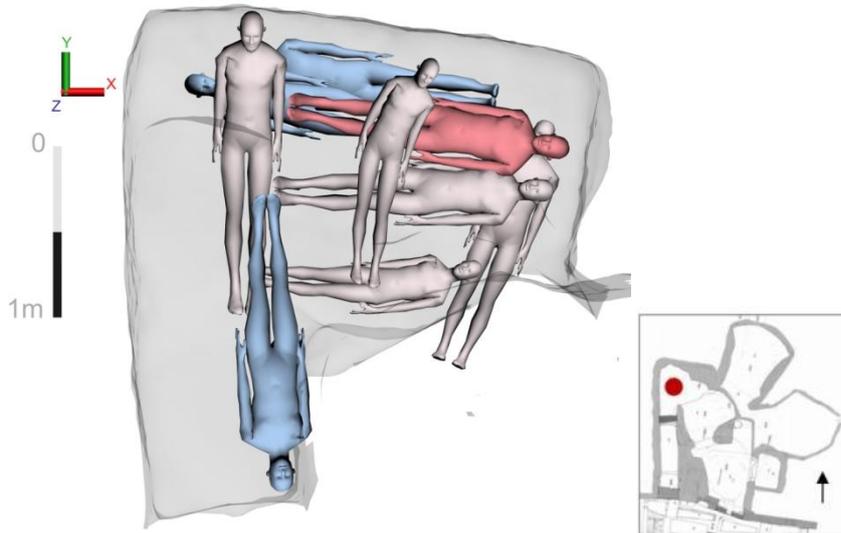


Figure 145 : Vue supérieure de l'ensemble des individus sexés de la tombe 18.

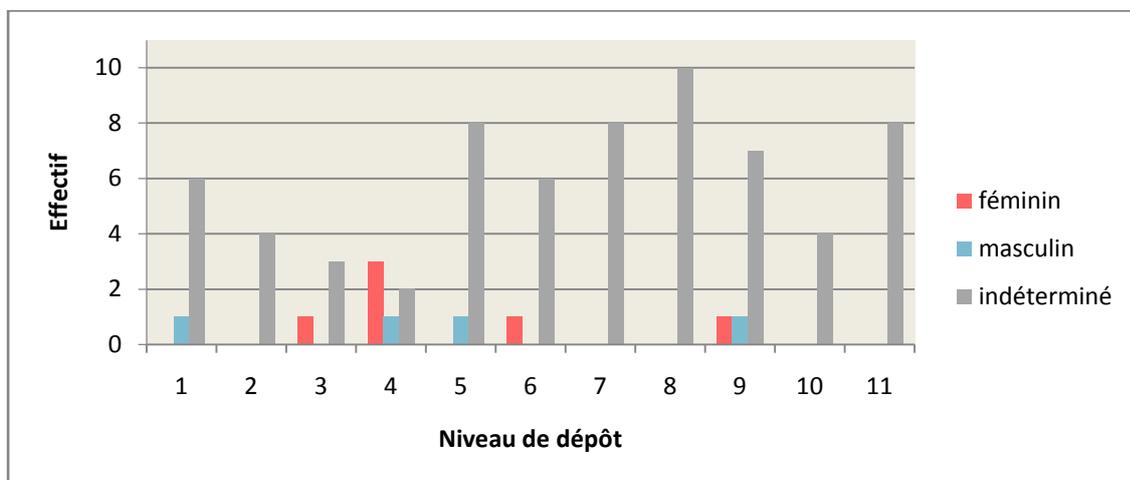


Figure 146 : Tableau de répartition par genre par niveau.

Pour les sujets féminins, il est possible de mettre en évidence que le format a été utilisé pour combler des espaces de plus faibles dimensions laissés vides contre les parois, au même titre que les individus immatures (fig. 144). Seul le format apparaît entrer en compte dans la gestion des corps, les femmes parfois de dimensions plus réduites que les hommes sont disposées à des endroits stratégiques, interstices entre les parois, entre deux individus au même titre que les sujets immatures, notamment ceux des classes d'âge les plus basses.

À notre échelle, il semblerait qu'il n'existe aucune logique de niveau de dépôt par sexe, les hommes et les femmes sont présents indifféremment dans quatre niveaux de dépôts communs (fig. 145 et 146). La logique des dépôts semble donc tenir compte du format des individus, c'est-à-dire de l'espace occupé par le cadavre, de la taille globale de la tombe et de l'agencement qui peut être fait des corps.

La mixité des niveaux, entre sujets immatures et adultes, hommes et femmes, indique que la gestion n'exclut pas une catégorie de la population. Cependant, il existe une gestion des corps avant la tombe ou en surface permettant d'optimiser l'espace exploitable au sein de la tombe.

III.1.2. Gestion de la tombe 18

III.1.2.1. Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité

La position des corps

Les individus de la tombe 18 sont placés en décubitus⁸⁶. La position du sujet 61 n'a pu être déterminée faute d'éléments, le sujet A (niveau 9) a été déposé assis tout comme le sujet 80 (immature). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension avec l'observation pour certain d'une forte constriction au niveau des épaules, comme par exemple les individus du niveau 6.

⁸⁶ 75 individus sur les 78 contenus dans la tombe 18.

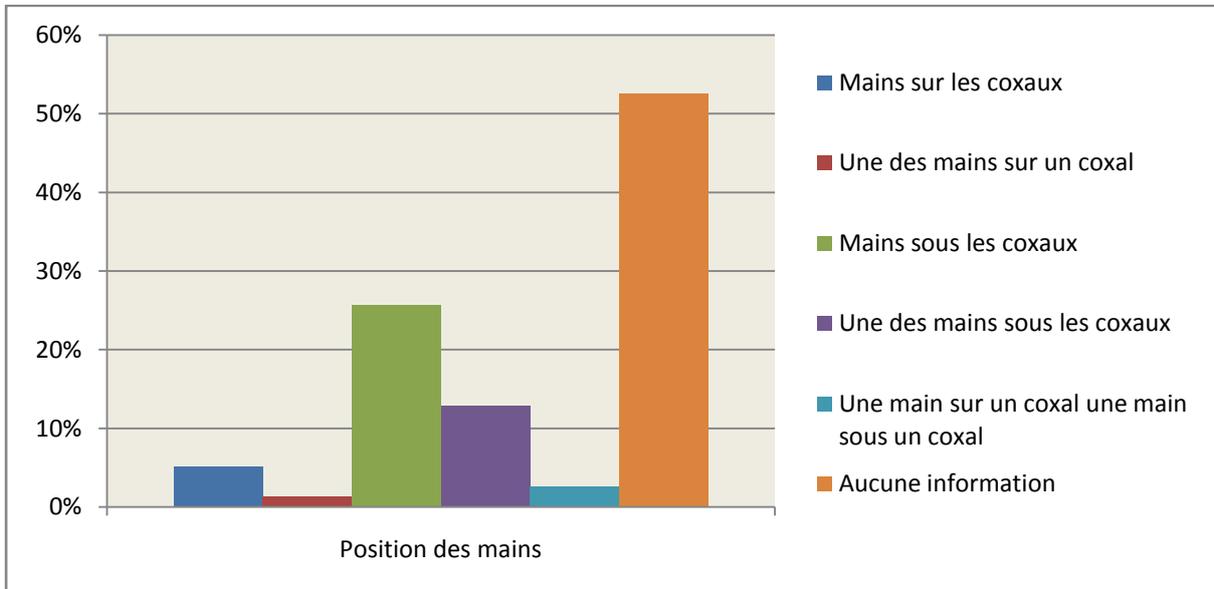


Figure 147 : Tableau de répartition de la position des mains.

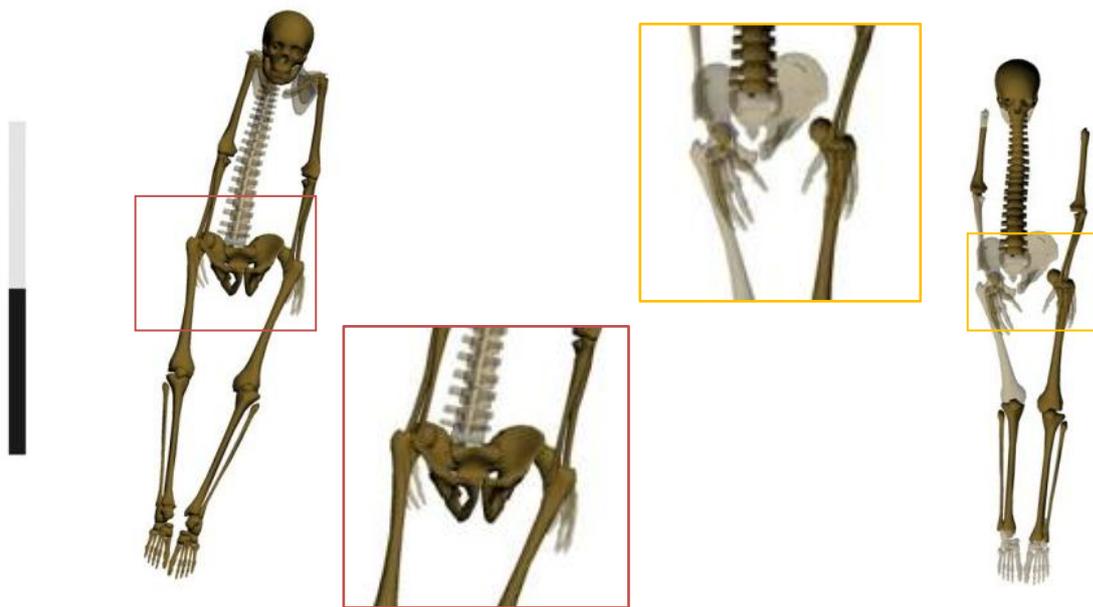


Figure 148 : A gauche, individu 41 (niveau 7), les mains sous le bassin, à droite, individu 36 (niveau 8), les mains sur le bassin.

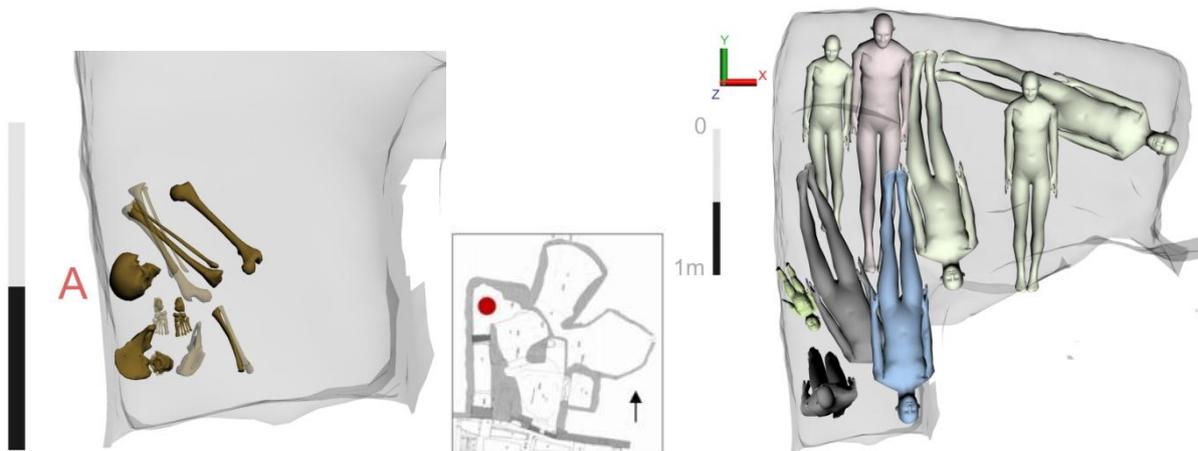


Figure 149 : Vue supérieure du dépôt A.

La position des mains des individus au même titre que celle des pieds est particulièrement difficile à déterminer en raison du caractère labile des articulations et de la conservation des vestiges osseux.

Toutefois, lors de la modélisation, il a été nécessaire de déterminer si les mains se plaçaient en avant ou en arrière du bassin ou dans une position intermédiaire, c'est-à-dire une main sur ou sous un des éléments coxaux. La position des avant-bras est alors déterminante pour restituer le placement des mains (fig. 147). Pour les niveaux 1 à 7, restitués d'après un relevé global ou semi-global, la position des mains repose uniquement sur les observations de terrain.

A partir des données, la position des mains a pu être déterminée pour 37 individus sur 78 (fig. 148). Il apparaît que la position la plus fréquente relevée est les mains en arrière du bassin. L'appareil funéraire permet de contraindre les mains sous le bassin, le long des fémurs comme l'individu 41 ici à gauche sur la figure 140. Pour deux individus une position intermédiaire des mains a été relevée, la main droite sur le coxal droit, la main gauche sous le coxal gauche. La faible représentation de cette pratique n'est pas à cette échelle significative.

Un dépôt atypique ?

Seul le dépôt A dans l'angle sud-ouest de la tombe dénote avec l'ensemble des dépôts, il est appuyé contre la paroi ouest du couloir d'accès, sans appareil funéraire (fig. 149). Il appartient au niveau 9. La restitution de la position de cet individu est particulièrement complexe car il est en rupture totale avec la position des autres individus.

Lors de la fouille, il a été nécessaire d'appréhender différemment son enregistrement mais également sa restitution car plusieurs hypothèses ont dû être confrontées avant de statuer sur la position originelle du dépôt. D'après l'agencement des ossements découverts, le maintien d'une proximité anatomique pour l'articulation du genou droit, et la position latérale du crâne à proximité des tibias. D'après les différentes observations de terrain et les restitutions testées l'individu aurait été déposé assis, les talons sous les fesses, le haut du corps en appui contre la paroi. Au moment de la décomposition, le crâne aurait basculé le long de l'individu et les articulations des genoux se sont disloquées.

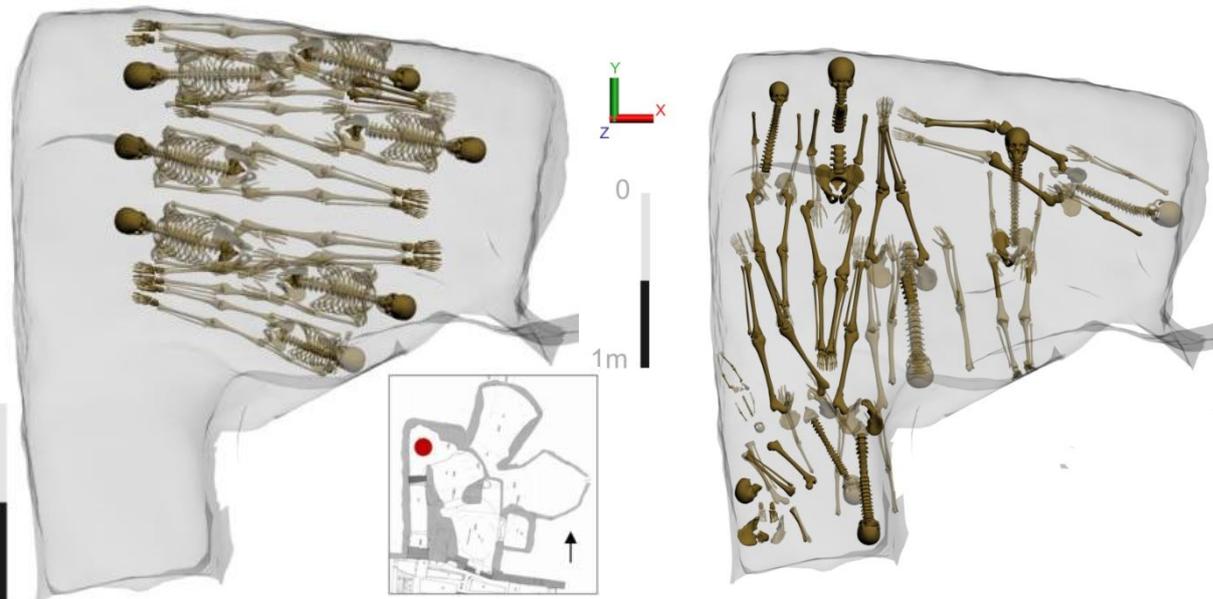


Figure 150 : Exemple d'orientation ouest-est (niveau 1, vue supérieure) et exemple d'une orientation nord-sud (niveau 7, vue supérieure).

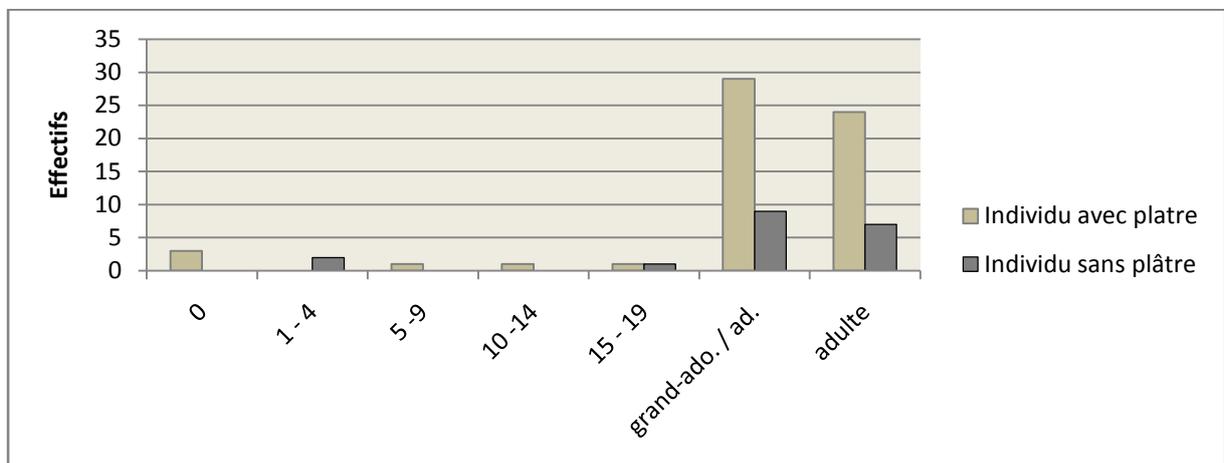


Figure 151 : Tableau de répartition du plâtre en fonction de l'âge.

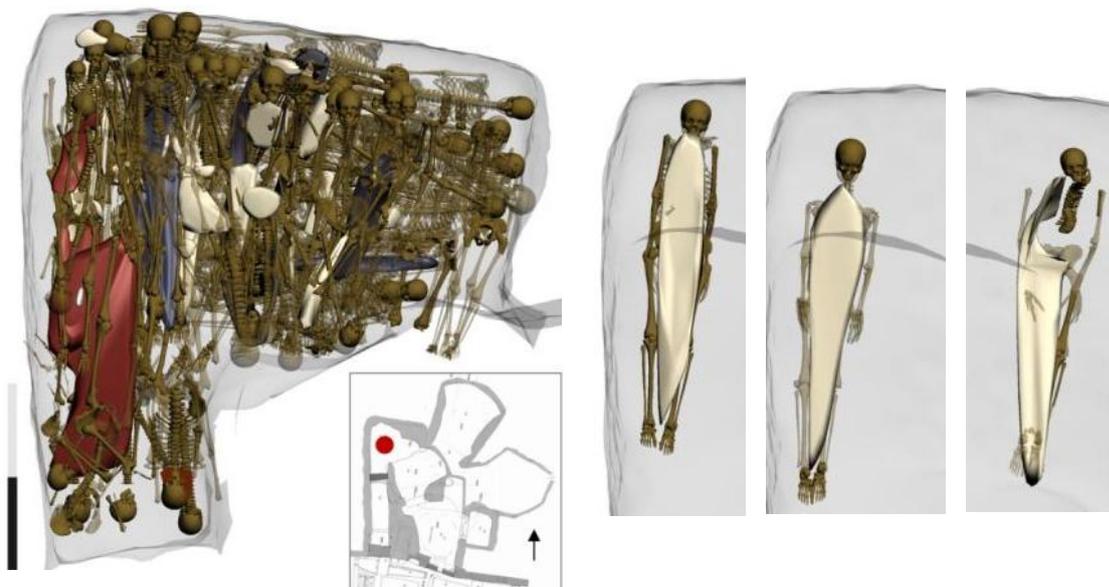


Figure 152 : Vue supérieure des individus et de l'appareil funéraire et vue supérieure des trois individus recouverts de plâtre.

Une orientation des orientations, un choix ?

L'orientation des individus est différente en fonction des niveaux et de l'agencement des corps (fig. 150). Les dimensions de la tombe ne contraignant pas l'orientation, les individus sont déposés selon l'axe ouest-est ou nord-sud afin d'utiliser au mieux l'espace disponible. Les niveaux 1, 3 et 5 sont orientés ouest-est, exception faite d'un individu. Les sujets des niveaux 2, 6 à 11 sont orientés nord-sud. Pour les niveaux 6 à 8, l'orientation privilégiée semble en rapport avec le nombre d'individus à déposer. L'axe ouest-est est celui qui permet en effet de déposer le plus grand nombre d'individus.

Quelques exceptions existent également dans le choix de l'orientation des individus comme l'individu 70 du niveau 3 qui est déposé selon un axe nord-sud par opposition à l'axe ouest-est des autres individus. L'individu 21 est également déposé selon une orientation contradictoire par rapport aux autres sujets du même niveau.

Les changements d'orientation qui ont lieu à chaque nouveau niveau de dépôt semblent liés une fois encore à une volonté de rationaliser l'espace, en l'exploitant au mieux en fonction des reliefs des niveaux, de la tombe et des parois mais vraisemblablement aussi en fonction du nombre d'individus à inhumer. Pour les deux orientations divergentes, par opposition aux autres orientations homogènes du même niveau, aucune hypothèse ne peut être privilégiée.

L'appareil funéraire, une sélection ?

Pour la tombe 18, la présence d'appareil funéraire n'a pu être mise en évidence que pour 59 individus sur 78, de plus celui-ci est bien souvent fragmentaire (fig. 151). La conservation des vestiges n'est pas optimale et il est envisageable que l'appareil funéraire se soit détérioré au fil des siècles avec la percolation, l'humidité et la montée successive des eaux⁸⁷, d'où son absence pour certains individus. Il est important de rappeler que l'appareil funéraire est complexe et se compose de plâtre recouvert de tissu et accompagné de fils d'or, d'ambre et de résines. L'observation d'un seul de ces éléments contribue à nous renseigner sur le nombre d'individu ayant pu bénéficier d'un appareil funéraire.

Sur l'ensemble des individus déposés seuls trois ont été mis au jour, entièrement recouverts de plâtre (fig. 152).

⁸⁷ Cf. *supra* I., Castex *et al.* 2009 : 273.



Figure 153 : Détail du plâtre autour du crâne de l'individu 12, tombe 18.

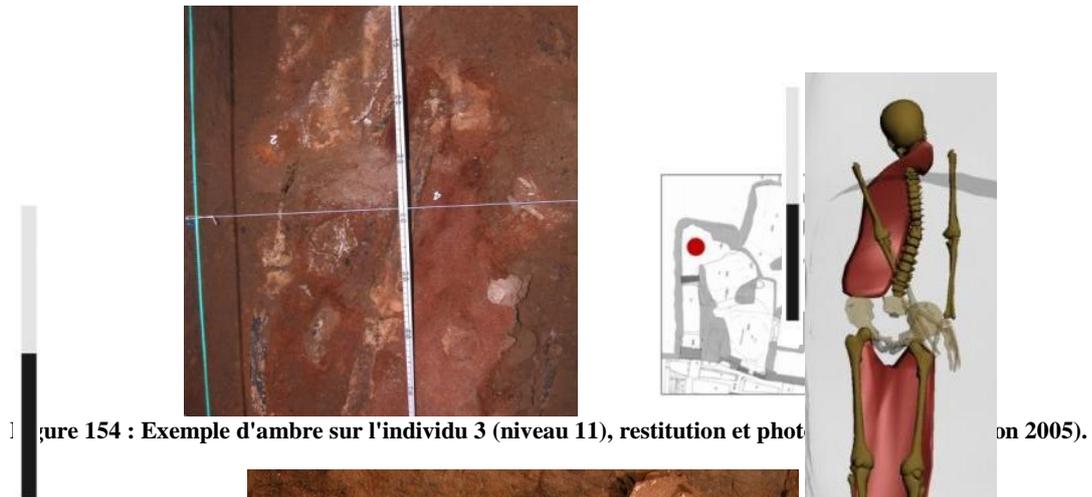


Figure 154 : Exemple d'ambre sur l'individu 3 (niveau 11), restitution et photographie (Bouillon 2005).



Figure 155 : Restitution de l'individu 57 avec sa gangue de plâtre recouverte de tissu, photographie d'une empreinte de tissu sur le plâtre et échantillon de tissu.

Il n'apparaît que partiellement sur d'autres sujets, limité aux membres supérieurs ou inférieurs voire à l'abdomen, autour du crâne pour deux individus (fig. 153). Des fils d'or ont été mis en évidence pour quatre individus (16, 67, 68, 70). Il est à noter l'absence de plâtre pour les sujets de la classe des 1-4 ans, toutefois il convient de rester prudent quant aux relations entre l'âge des inhumés, le sexe et l'appareil funéraire, étant donné la conservation des vestiges, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence (Annexe 7).

De même, de l'ambre sous forme de paillettes a été retrouvé au contact de certains sujets (fig. 154). Pour l'ambre, il est toutefois difficile de proposer une étude de la répartition car celle-ci n'a pas toujours fait l'objet d'observations ou de relevés lié en grande partie à la difficulté d'identification de ce type de vestiges ténus. Il en est de même pour les matériaux organiques identifiés autour des sujets 1 et 75.

Grâce aux empreintes et aux fragments de tissu retrouvés, il a été possible d'identifier deux trames de tissus distinctes⁸⁸, une fine à l'intérieure et une plus grossière à l'extérieure (fig. 155)(Castex *et al.* 2009 : 295, 2011 : 277-278).

La tombe 18 présente une homogénéité au niveau des positions des individus à l'exception du sujet A et des disparités au niveau de l'appareil funéraire retrouvé. Toutefois, la richesse et la complexité de celui-ci permettent de s'interroger sur l'origine de la population inhumée mais également sur la gestion des corps en temps de crises de mortalité car de telles préparations prennent du temps et paraissent, de prime abord, incompatibles avec une crise de mortalité.

Après les différentes études de répartitions des sujets immatures, des individus sexés et de l'appareil funéraire, il nous semble important de faire un point sur la logique des dépôts et sur la gestion qui est faite en général des cadavres déposés au sein de cette tombe.

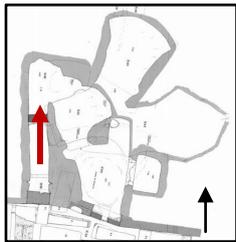
III.1.2.2. Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et ruptures

La rareté des indicateurs chronologiques fiables tels que le matériel et les monnaies ne permet d'appréhender qu'une période d'utilisation pour la tombe 18, du I^{er} au milieu III^e s. ap. J.-C. et non pas une datation niveau par niveau et ce malgré l'utilisation de datation radiocarbone.

⁸⁸ C. Vanhove, mémoire de Master 2, CRP2A.



Figure 156 : Boucles d'oreilles retrouvées au sein de la tombe 18 associées au sujet 68 et après nettoyage (cl. mission 2006).



Niveau 11 : US 178	
Niveau 10 : US 254	
Niveau 9 : US 314	
Niveau 8 : US 349	
Niveau 7 : US 374	
Niveau 6 : US 399	
Niveau 5 : US 607	
Niveau 4 : US 622	
Niveau 3 : US 644	
Niveau 2 : US 666	
Niveau 1 : US 670	

Figure 157 : Vue de face des différentes passes de sédiments de la tombe 18 (X80 T18, mise au propre M. Coquerelle).

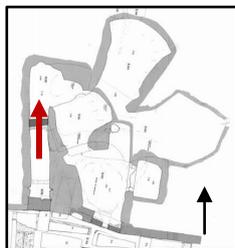


Figure 158 : Vue de la façade sud de la tombe 18 avec l'ensemble du dépôt de squelette soit 80 centimètres, et vue de la façade sud de la tombe 18 avec l'ensemble des individus en restitution volumique.

Ce sont des boucles d'oreille en or, mise au jour avec l'individu 68, du niveau 4 qui permettent de définir une chronologie (fig. 156).

Il est donc nécessaire de chercher à appréhender d'autres marqueurs temporels afin de mettre en évidence, des ruptures ou des changements dans la chronologie des dépôts afin de compléter la chronologie relative établie niveau par niveau lors de l'analyse.

Les passes de sédiments sont autant de marqueurs chronologiques car elles ont permis d'identifier lors de la fouille 11 niveaux de dépôts (fig. 157). Elles sont d'épaisseurs variables sur la totalité de la surface de la tombe. Il est à noter que pour la tombe 18, il n'a pas été possible d'identifier de perturbations entre les niveaux ce qui est sans doute lié en grande partie à la présence de sédiments scellant ainsi chaque niveau et permettant de retrouver une certaine horizontalité. La simultanéité entre les niveaux est donc plus difficile à mettre en évidence.

Une chronologie, des chronologies ?

La restitution volumique des individus fournit de précieux éléments de réflexion quant aux temps d'occupation de la tombe en nous permettant de formuler des hypothèses sur le nombre de niveaux déposés consécutivement et en étudiant à la fois, la place disponible au sein de la tombe et la place occupée par les niveaux de dépôts. En effet, le nombre d'individus déposés au sein de la tombe 18 est de 78, ils occupent une hauteur de 80 centimètres, une fois décomposés et ayant subi différentes altérations liées aux conditions de conservation au sein de la tombe, telles que l'humidité ou la percolation entre autres (Castex *et al.* 2009 : 293).

Cette hauteur est bien inférieure à l'épaisseur attendue pour 11 niveaux de dépôts, c'est-à-dire à la hauteur cumulée de 11 corps au minimum. La restitution volumique a donc eu pour but d'estimer la hauteur totale atteinte par les 11 niveaux de dépôts et le nombre maximal d'individus pouvant être déposés en même temps grâce à plusieurs simulations (Figure 158 158). Nous avons ainsi pu observer qu'à partir du cinquième niveau le plafond de la tombe est atteint ce qui démontre que l'ensemble des corps n'a pu être déposé en même temps.

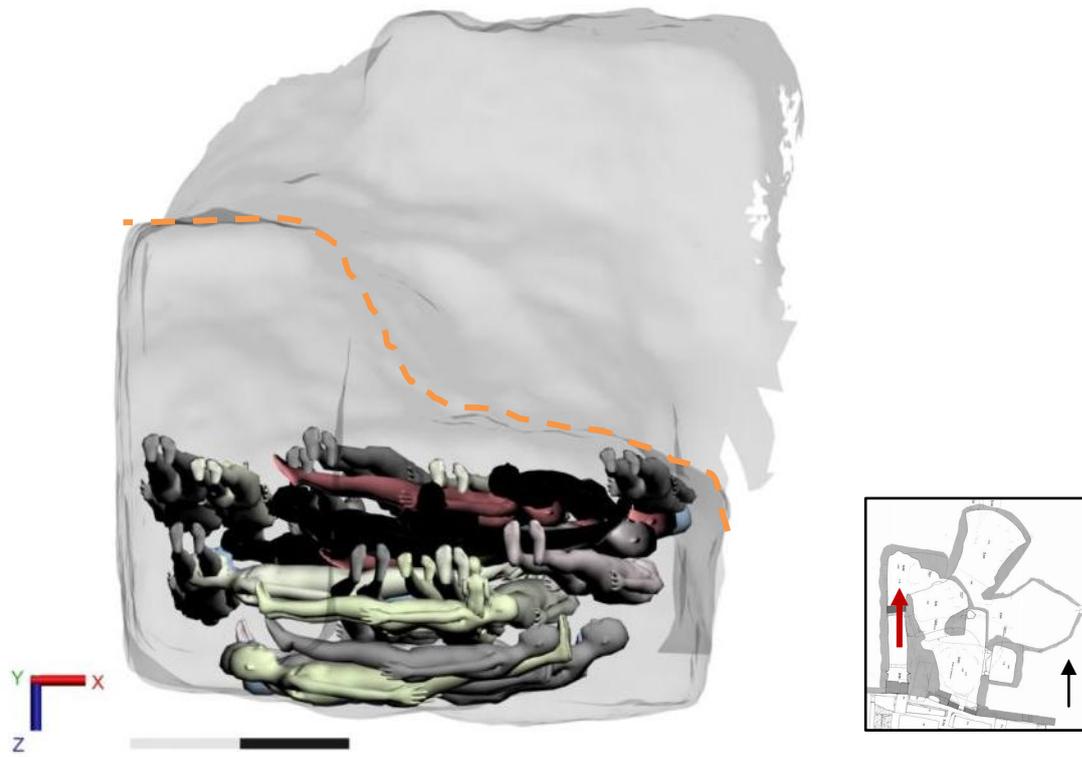


Figure 159 : Vue de la façade sud montrant avec la restitution volumique que le plafond est atteint dès 5 niveaux de dépôts consécutifs.

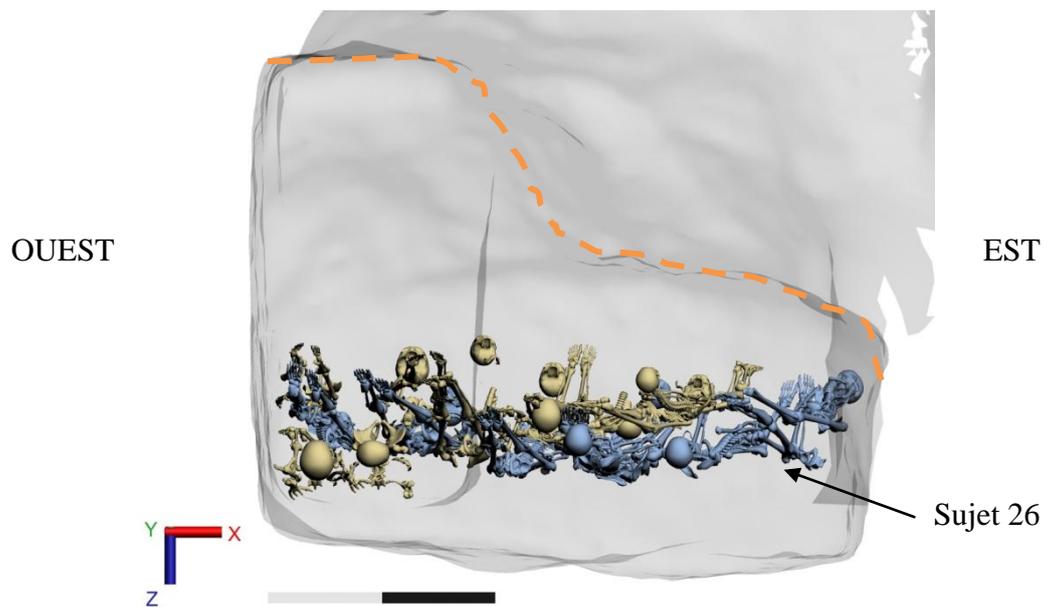


Figure 160 : Vue de la façade sud du niveau 7 (jaune) et du niveau 6 (bleu).

Toutefois, il est important de nuancer cette observation car même si nous pouvons constater qu'au maximum cinq niveaux ont pu être déposés dans un même temps, il n'est pas possible d'appréhender le temps entre chaque dépôt ni le temps mis pour déposer chaque niveau. De même, ce maximum ne vaut que si les cinq niveaux ne sont pas décomposés, si chaque niveau est décomposé avant le dépôt du suivant ce maximum n'est plus valable (fig. 159). A l'inverse, il est nécessaire que les sept premiers niveaux déposés soient décomposés pour avoir la place de déposer les quatre derniers.

En étudiant plus en détail les espaces laissés libres lors du dépôt de l'ensemble des sujets et ce par niveau, il apparaît que pour les niveaux 1 à 6 ces espaces sont identiques. Pour le niveau 7 une nouvelle zone est laissée libre contre la paroi est, ce qui a suscité de nombreuses interrogations puisque les dépôts de ce niveau s'organisent d'est en ouest et que le nombre d'individus amené a nécessité l'utilisation du couloir jusque-là réservé à l'accès à la tombe. Le profil du niveau 6 montre que les individus aux extrémités de la tombe sont à des altitudes supérieures à ceux du centre. Le profil du niveau 7 montre qu'il existe un pendage important d'ouest en est, les sujets situés à l'est étant à des altitudes inférieures de ceux situés à l'ouest. Lorsque l'on observe ces deux niveaux de dépôts ensemble sous la forme de squelette puis sous la forme d'individu en volume, il apparaît que l'individu le plus à l'est du niveau 6 (26) n'est pas recouvert par un individu du niveau 7. De même l'altitude de ce sujet (26) est supérieure à celle de l'individu le plus à l'est du niveau 7 (25) (fig. 160).

Cette situation nous amène à penser que les fossoyeurs n'ont pas pu utiliser la totalité de la largeur disponible d'est en ouest puisque les individus du niveau 6 étaient trop proche du plafond⁸⁹ contre la paroi est ce qui ne permettait pas de disposer d'une hauteur suffisante permettant le dépôt d'un nouvel individu à cet endroit. Les passes de sédiment confirment ces différences d'altitudes, l'US 374 (en vert) qui scelle le niveau 7, présente un développement vers l'est limité par l'US 399 (en vert clair) qui correspond au niveau de terre qui scelle le niveau 6.

L'hypothèse serait donc que le niveau 7 soit déposé alors que les niveaux sous-jacents ne sont pas entièrement décomposés, d'où la contrainte du plafond à l'est, ce qui nécessite alors de décaler le dépôt des sujets plus à l'ouest.

⁸⁹ Nous nous situons dans la zone où la hauteur sous plafond est la plus faible.

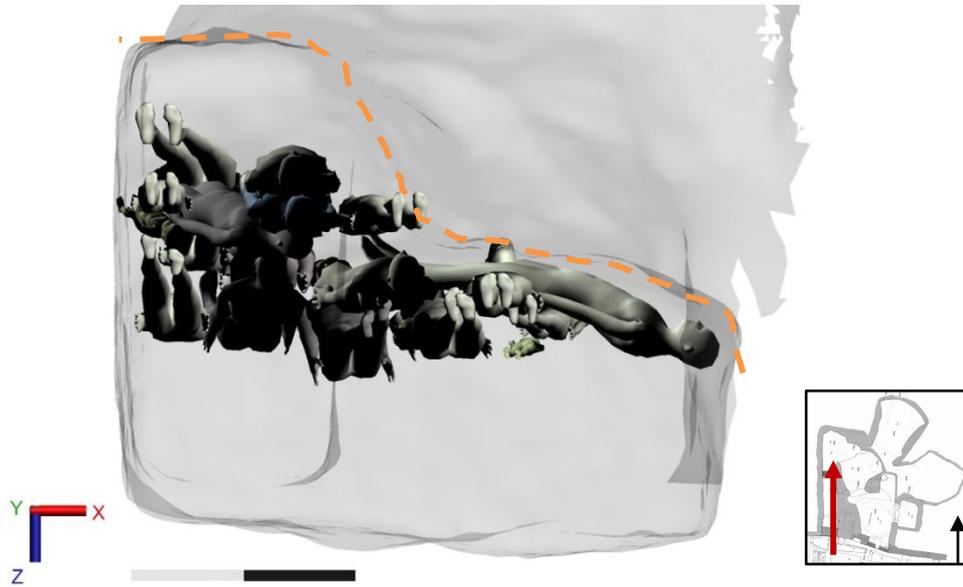


Figure 161 : Vue de la façade est des niveaux 9, 10 et 11.

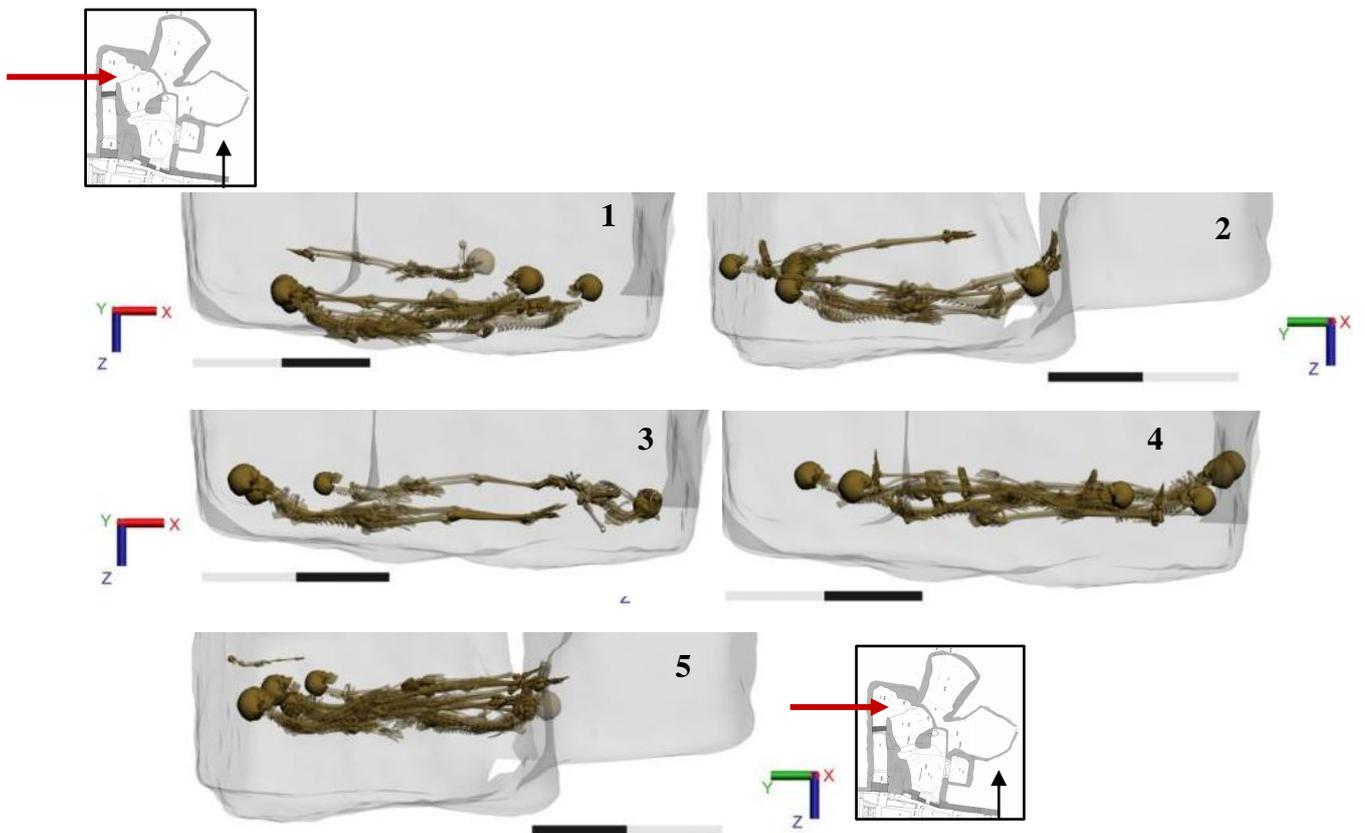


Figure 162 : Vue de la façade sud ou de la façade ouest des niveaux 1 à 5 qui ne présentent pas d'effets de cuvette majeurs.

L'utilisation du couloir pour la première fois pourrait être liée à ce phénomène, la hauteur atteinte par les niveaux 1 à 6 ayant alors contraint le dépôt des sujets du niveau 7. Les sujets déposés au sein du niveau 8 occupent de nouveau tout l'espace disponible d'est en ouest.

La forme triangulaire prise par les quatre derniers niveaux de dépôts avec la plus grande hauteur le long de la paroi ouest reprend celle du plafond de la tombe, que l'on s'intéresse au squelette en volume ou aux sujets en volume (fig. 161). L'utilisation plus restreinte de la zone est, plus basse de plafond, pourrait indiquer que la hauteur des niveaux précédents atteignaient le plafond à cet endroit et qu'il n'était donc plus possible de venir y déposer des sujets.

La décomposition des niveaux 1 à 7 ne devait donc ne pas être totale mais suffisamment avancée pour permettre le dépôt du sujet 21 du niveau 8 contre la paroi est. Les niveaux 9 à 11 ont dû être déposés successivement sans qu'il soit possible d'estimer le temps entre chaque. Cependant, les niveaux sous-jacents ne devaient pas être entièrement décomposés sinon il n'aurait pas été nécessaire d'adapter la forme des dépôts à celle du plafond afin de déposer le maximum d'individus au vue de la hauteur des niveaux précédents.

Il ne nous est toutefois pas possible de déterminer dans quelle mesure les niveaux sont décomposés ou non, avant le dépôt d'un nouveau niveau. Malgré l'identification de ces deux marqueurs temporels, il n'est pas envisageable d'estimer en terme de jours, de mois ou d'années le rythme des dépôts mais nous pouvons au moins déterminer que ceux-ci ne peuvent être continus et ont donc eu lieu par apports successifs. Ceci nous laisse donc plutôt penser à une crise de mortalité étendue dans le temps avec un apport successif de corps à la suite de plusieurs épisodes de crises de mortalité.

Les effets de cuvette : un indice de simultanéité des dépôts ?

La forme en cuvette adoptée par les individus serait à mettre en relation avec le poids des niveaux sus-jacents qui déformeraient les corps qui s'adaptent ainsi à la forme des niveaux sous-jacents. Cela démontre ainsi qu'ils n'étaient pas entièrement décomposés au moment de l'installation des niveaux suivants. Le niveau de dépôt 6 constitue une étape intermédiaire avec quelques individus pour lesquels des effets de cuvette ont pu être observés. La présence d'effets de cuvette marqués à partir du septième niveau corrobore les observations réalisées à partir de la restitution volumique.

Nous avons cependant pu constater que pour les niveaux 1 à 5 aucun effet de cuvette n'était observable, les pieds étant dans l'alignement du bassin (fig. 162).

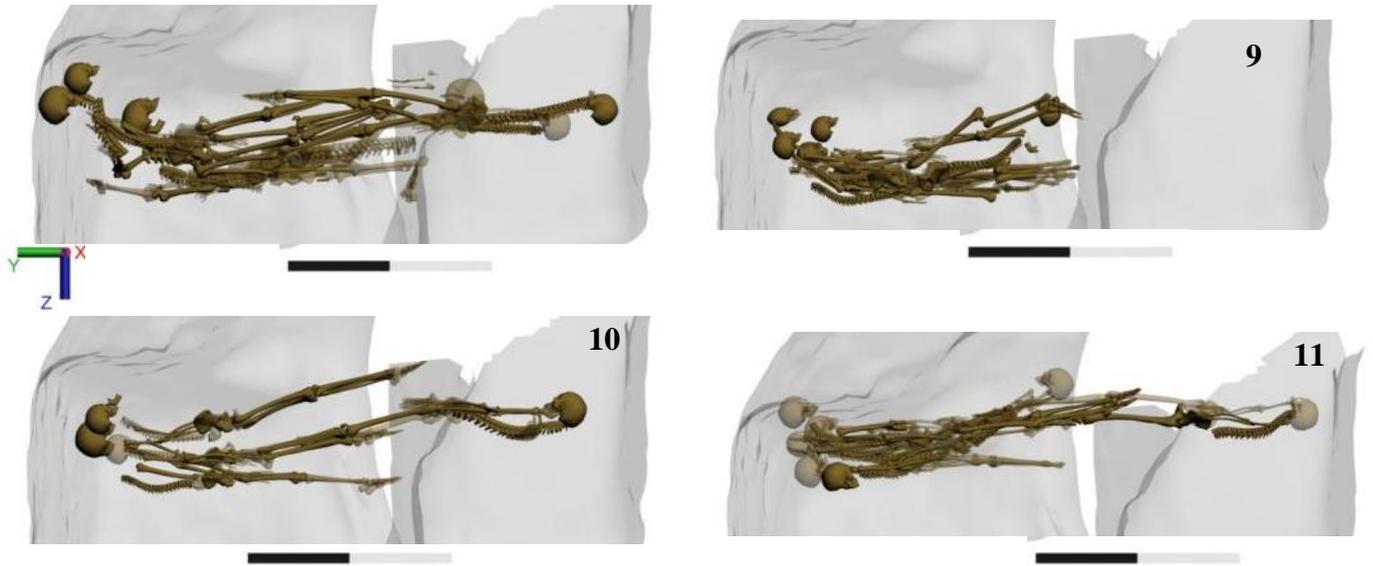


Figure 163 : Vue de la façade ouest des niveaux 6 à 11.

L'observation à partir du niveau 6 d'effets de cuvette peut être un indicateur sur les temps de dépôts tout comme la restitution volumique des individus.

La contrainte créée par les niveaux 6 et 7 pour les dépôts suivants avec le plafond et l'observation sur les niveaux 6 et 7 d'effets de cuvette peut confirmer leur décomposition conjointe et sous-entend alors que les niveaux 1 à 5 étaient quant à eux en cours de décomposition mais que celle-ci ne devait pas être totale.

La présence d'effets de cuvette sur peu de sujets du niveau 6 indique qu'au minimum le niveau précédent était déjà entièrement décomposé ou suffisamment avancé dans la décomposition pour ne pas être perturbé par l'installation d'un nouveau niveau, sachant que la passe de sédiment étant relativement peu épaisse par rapport aux précédentes, le poids du niveau aurait pu déformer les corps (fig. 163). L'utilisation de la forme du niveau 6 pour le niveau 7 et les effets de cuvette remarquables dans ce niveau laissent à penser que ces deux niveaux ont pu être déposés dans des temps très courts, toutefois nous ne pouvons l'affirmer avec certitude. Les quatre derniers niveaux de dépôts semblent avoir été déposés dans les mêmes temps, d'où également cette forme triangulaire initiée par le profil du plafond de la tombe comme nous l'avons souligné précédemment.

Pour la tombe 18, il est donc possible d'identifier 11 niveaux de dépôts qui ont été amenés en au moins trois temps distincts, les niveaux 1 à 5 puis les niveaux 6 et 7 et enfin les niveaux 8 à 11. Bien entendu, aucun élément ne nous permet d'appréhender si les niveaux 1 à 5 ont été déposés un par un et si la décomposition était complète à chaque nouvel apport. Pour le niveau 7, il apparaît vraisemblable que les niveaux précédents n'étaient que partiellement décomposés et occupaient presque la totalité de la hauteur disponible. Pour les niveaux 9, 10 et 11, l'occupation de la partie ouest seulement de la tombe et l'adaptation au profil du plafond de la tombe suppose que la décomposition des niveaux sous-jacents et le tassement des ossements par le poids, étaient suffisamment avancés pour permettre le dépôt synchrone ou dans des temps très courts de ces derniers niveaux.

Visiblement, les niveaux 7 et 9 peuvent constituer des jalons chronologiques, marquant la reprise des dépôts après une période d'attente nécessaire à la décomposition permettant ainsi le dépôt de nouveaux individus.

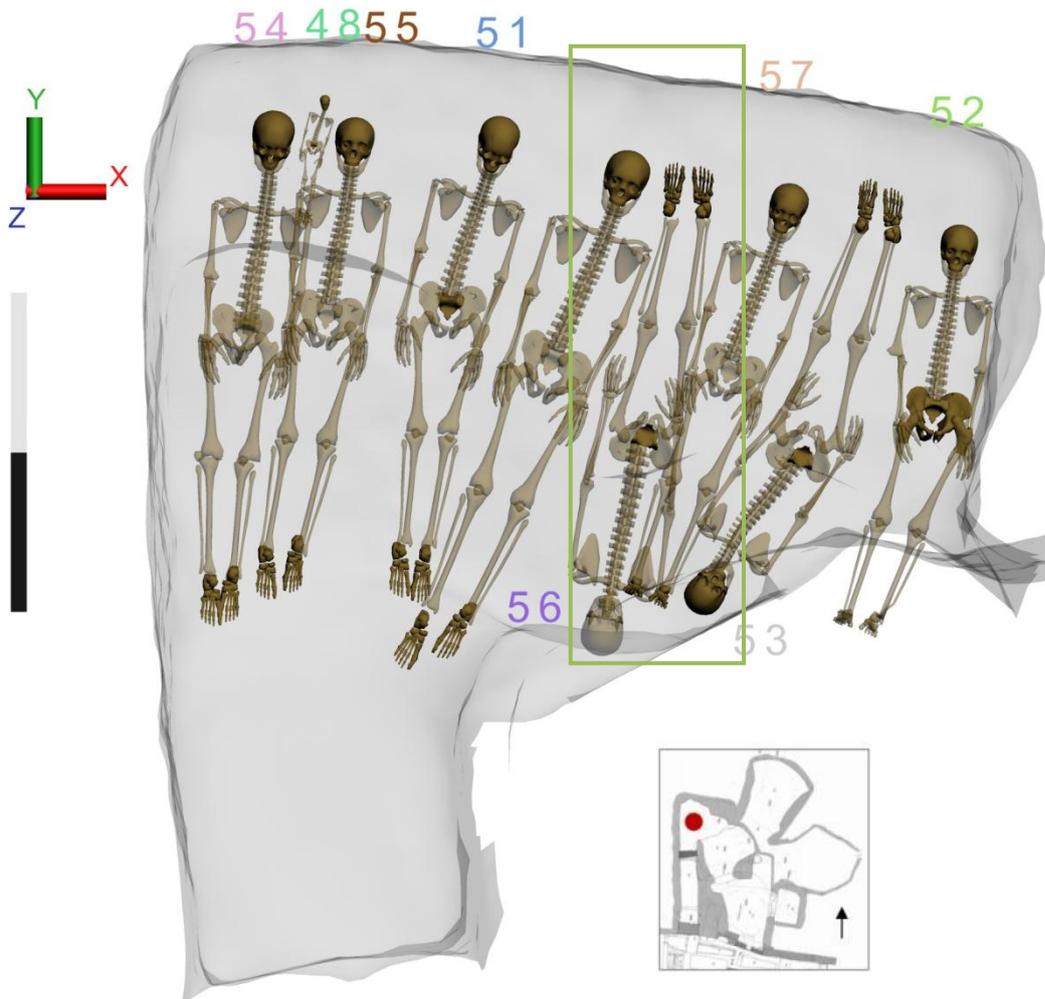


Figure 164 : Vue supérieure de la superposition entre les individus 56 et 57.

Gestion des corps au sein des dépôts

La tombe 18 est relativement large d'ouest en est (2,63 mètres) et jusqu'à huit individus peuvent être déposés épaules contre épaules, toutefois ceux-ci apparaissent très contraints. Il est fort probable qu'ils l'aient été par l'appareil funéraire, les individus n'étant pas en contact les uns avec les autres.

La superposition des individus à quant à elle permet de déterminer une logique de dépôt et ainsi d'appréhender une chronologie relative des dépôts au sein de chaque niveau comme nous avons pu le détailler dans le chapitre précédent. La simultanéité de ces dépôts est mise en évidence par la présence d'imbrication entre les individus.

Les individus des premiers niveaux présentent des superpositions qui nous renseignent sur la logique des dépôts et leur succession mais également sur leur chronologie interne (*cf. supra* III.1.1). Il est nécessaire de rappeler cependant que le dépôt de ces nouveaux sujets sur les individus précédemment déposés n'a entraîné aucune perturbation ce qui signifie que soit les individus étaient entièrement décomposés avant le dépôt des nouveaux sujets, soit ceux-ci se sont décomposés dans les mêmes temps.

Le maintien en connexion des pieds de l'individu 77 en arrière de l'épaule droite de l'individu 79 alors qu'il s'agit d'une articulation labile nous laisse penser que celui-ci n'était pas entièrement décomposé avant le dépôt de l'individu 79. Après vérification avec les données archéologiques, il apparaît que la position des pieds de l'individu 79 n'est pas mentionnée. Les photographies permettent de voir que les pieds de l'individu 79 sont en extension contre l'épaule de l'individu 77. Les articulations labiles sont maintenues en place, sans appareil funéraire observé, alors qu'elles sont en équilibre, et ne sont pas perturbées par le dépôt des individus suivants : la décomposition a donc eu lieu dans des temps proches. Il n'est pas possible de déterminer d'après la photographie s'il passe ou non en arrière de l'épaule du sujet 77. Cet élément, mis en évidence d'après l'étude du modèle, demeure une hypothèse de restitution. Ce phénomène se retrouve pour les individus 46 et 45 au niveau 6 et au sein du niveau 5 où la partie médiane droite du corps du 56 repose sur la partie médiane gauche de l'individu 57 (fig. 164).

Les minutes de terrain, tout comme les photographies, confirment que l'individu 56 repose en partie sur l'individu 57. Pour les autres individus, lorsque la superposition ne se situe qu'au niveau des os longs et sans os en équilibre, il est plus difficile d'appréhender les mouvements *ante* et *post mortem* mais le sens de la superposition nous renseigne sur la chronologie du dépôt.

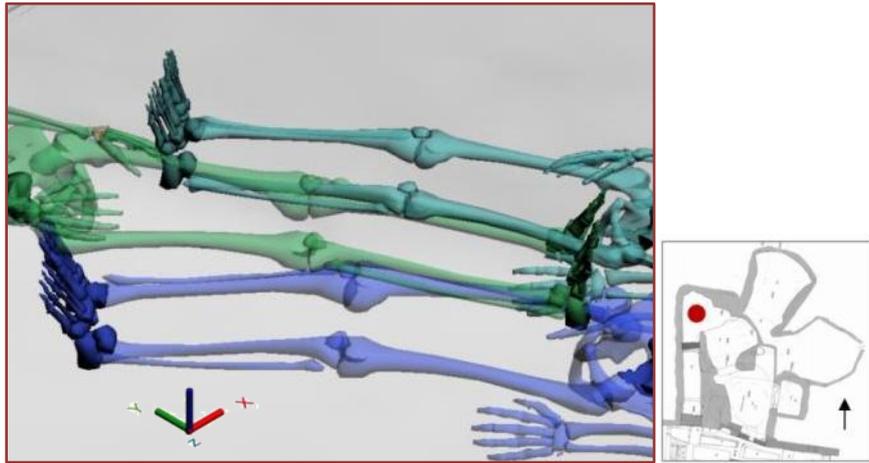
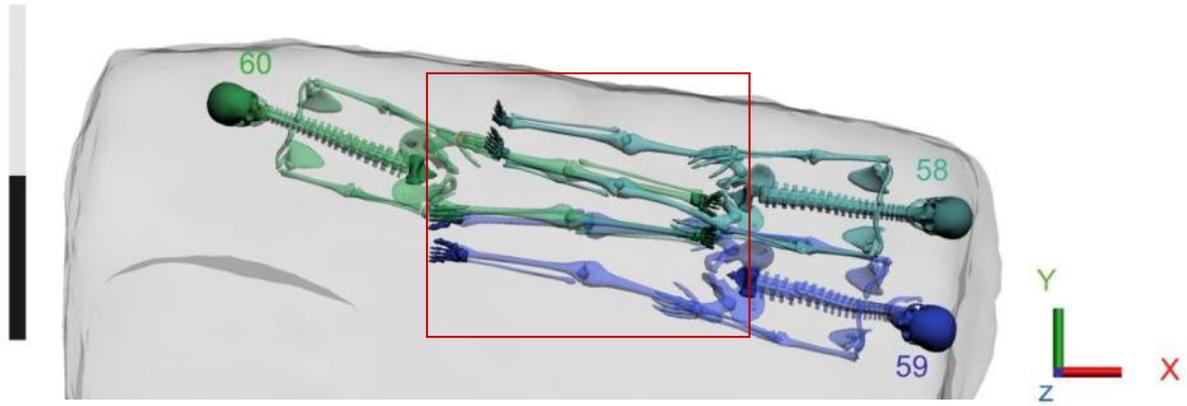


Figure 165 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 58, 59 et 60.

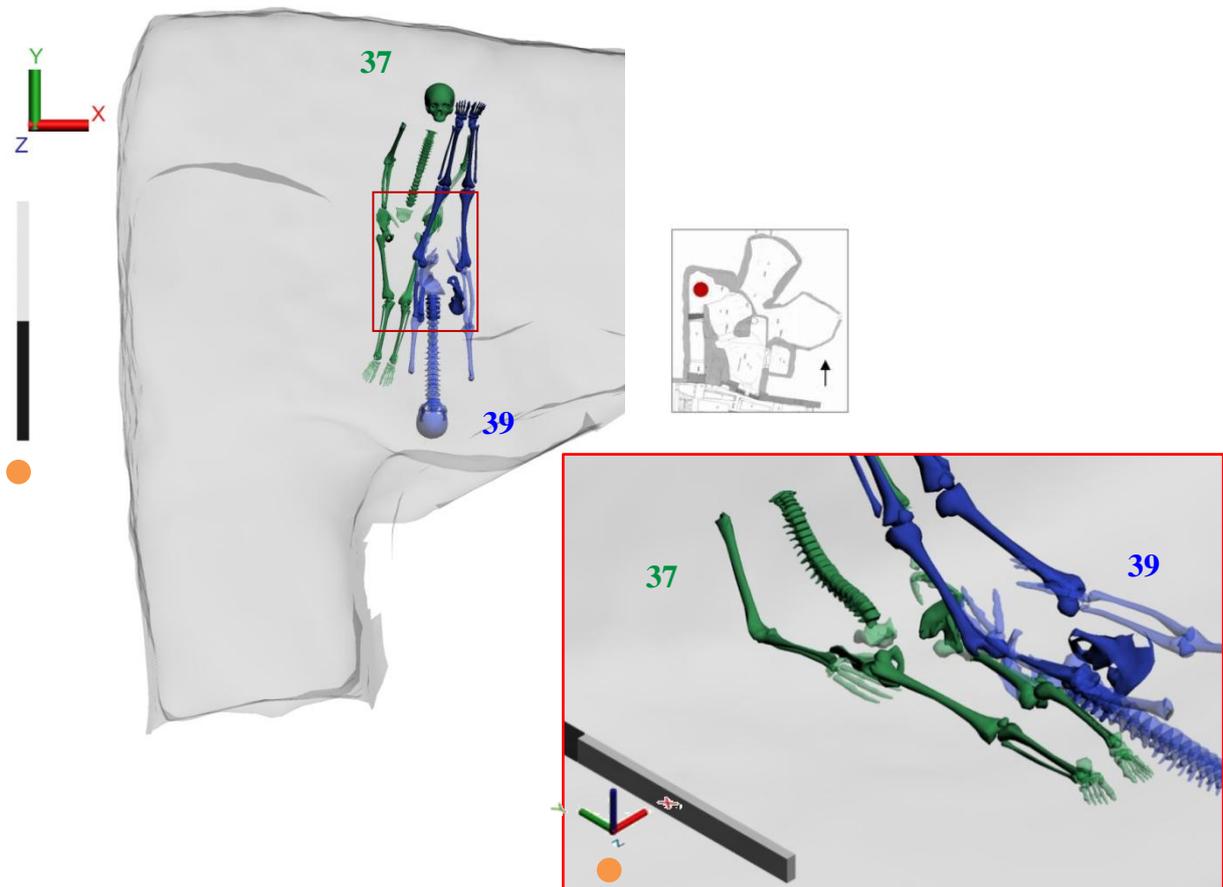


Figure 166 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 37 et 39.

La simultanéité des dépôts est tout aussi complexe à appréhender pour cette tombe puisqu'elle est basée sur l'étude fine des imbrications. Cependant, les relevés plus globaux des premiers niveaux de dépôts⁹⁰ ne permettent pas d'appréhender toutes les imbrications et sans prise d'altitude supplémentaire au niveau des genoux ou du milieu du thorax, il est difficile de mettre en évidence d'éventuelles imbrications et même des effets de cuvette.

Les imbrications : un indice de simultanéité des dépôts

Quatre cas d'imbrications peuvent être observés au sein du modèle numérique de la tombe 18, une pour le niveau 4 et trois pour les niveaux 7 à 11. L'étude des imbrications n'a de sens que si elle est faite à la lumière des données archéologiques. Le modèle numérique permet ici de les identifier afin de les confronter aux données archéologiques et d'orienter l'étude, avec les différents intervenants de la fouille, sur ces cas particuliers.

Pour le niveau 4, le cas d'imbrication⁹¹ repéré concerne trois individus, 58, 59 et 60 (fig. 165). Les corps sont orientés selon l'axe ouest-est. Le sujet 60 s'oppose aux individus 58 et 59 et s'intercale entre les membres inférieurs de ceux-ci. Les membres inférieurs du sujet 60 passent en arrière du membre inférieur gauche de l'individu 58 à hauteur des pieds puis en avant à hauteur de l'extrémité proximale du fémur gauche et en arrière du membre inférieur droit de l'individu 59 puis en avant à hauteur du bassin. Sur le relevé dit global ces individus n'apparaissent pas en contact et ils ne figurent pas sur les mêmes photographies ce qui empêche toute comparaison visuelle à partir de ce support. Les minutes de terrain indiquent que les individus 58 et 59 sont très proches, l'individu 60 étant situé juste à l'ouest de l'individu 58. Aucune mention n'est faite d'un éventuel recoupement entre ces trois individus. Il n'est donc pas possible de statuer sur l'imbrication réelle de ces individus car les données archéologiques et notamment le relevé global ne nous apporte aucune information à ce sujet. Il faut souligner que ces individus ont été prélevés dans des temps différents et n'ont donc jamais fait l'objet d'une observation en même temps sur le terrain.

Le niveau 7 présente deux cas d'imbrications entre les sujets 37 et 39 et, entre les sujets 23 et 39 (fig. 166). Les sujets 23 et 37 sont juxtaposés sans aucun contact.

⁹⁰Pour rappel les relevés globaux concernent les niveaux 1 à 6.

⁹¹ Afin de faciliter la lecture des illustrations le code colorimétrique choisi renseigne sur l'orientation des individus : en vert orientés tête au nord ou à l'ouest et ceux en bleu sud ou est. Nous rappelons au lecteur que la présence d'un cercle orange signifie qu'il existait une imbrication entre plusieurs os corrigée d'après la méthodologie établie (cf. *supra* II.3.2.2.).

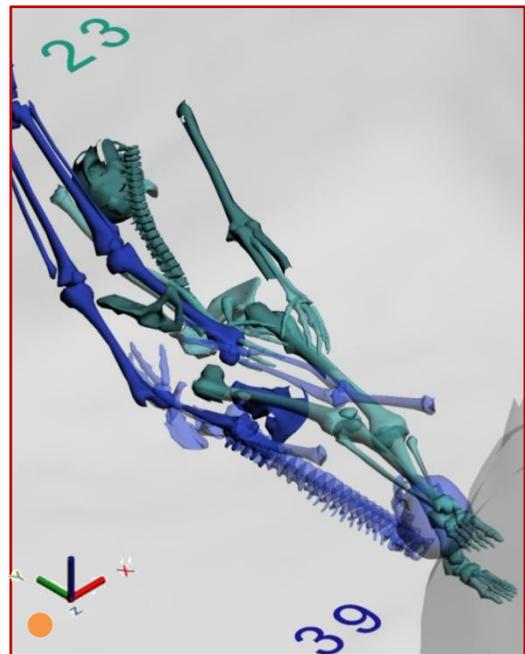
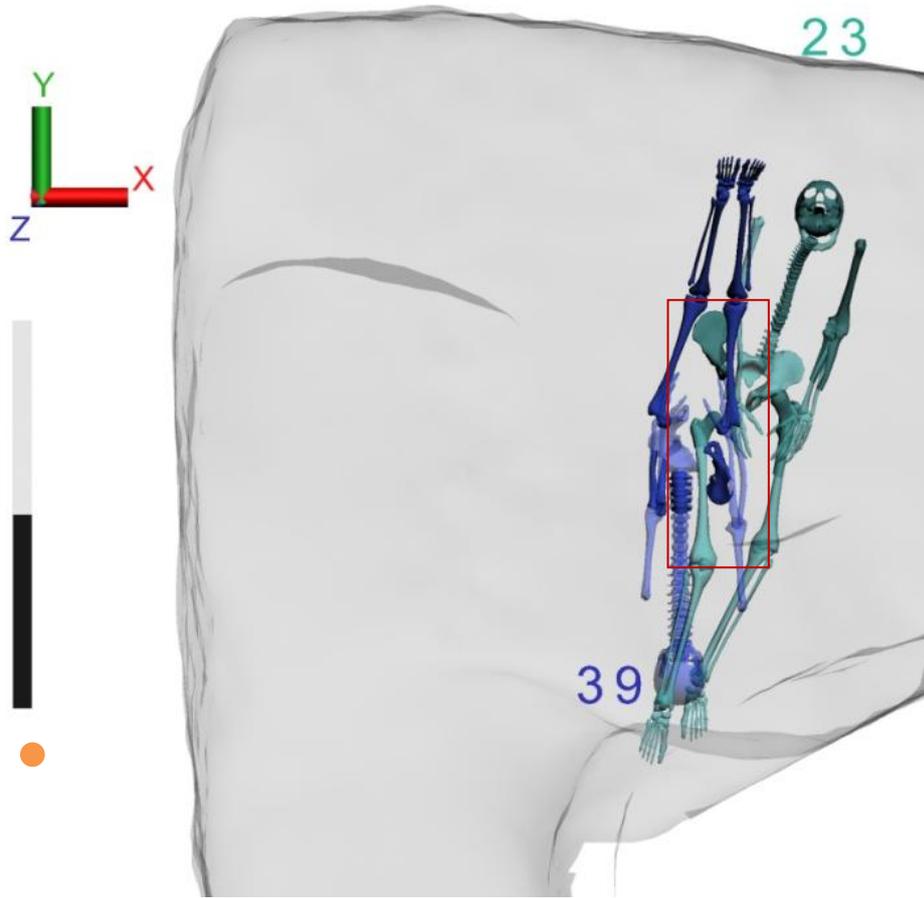


Figure 167 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 23 et 39.

Les sujets 37 et 39 sont disposés tête-bêche selon un axe nord-sud, le sujet 37 à la tête au nord, le sujet 39 à la tête au sud. L'imbrication entre les deux individus se situe au niveau des fémurs gauches. Le fémur gauche du sujet 37 est dans le même axe que le fémur gauche du sujet 39 et ceux-ci paraissent imbriqués en vue supérieure. Lorsque l'on regarde en vue latérale gauche, il est possible d'observer que le fémur de l'individu 37 passe -si l'on poursuit selon son pendage et son axe- à travers le fémur de l'individu 39. Sur le relevé détaillé de ces deux individus le fémur gauche du sujet 37 s'arrête là où commence le fémur gauche de l'individu 39. Sur les photographies, la proximité des deux individus est visible cependant aucune observation précise ne peut être faite sur cette possible imbrication. Les minutes de terrain ne traitent que de la superposition des corps.

L'imbrication du fémur du sujet 39 avec le bassin du sujet 37 n'est pas démontrable puisque l'ilium a fait l'objet que d'un point de relevé. Il n'est donc pas possible d'appréhender son pendage et son orientation précise. Sur le relevé, l'ilium gauche apparaît en rapport avec le fémur gauche mais il n'est pas possible de connaître sa position précise. La simultanéité du dépôt des corps peut être discutée pour ces individus par l'imbrication des fémurs comme indiqué sur le relevé⁹². Toutefois, la présence d'une mince couche de sédiment relevée entre le tibia droit du sujet 39 et le bras gauche du sujet 37 pourrait indiquer qu'il s'agit d'une superposition sauf si celle-ci est liée à une percolation. Les données archéologiques ne nous permettent pas de statuer.

L'individu 39 paraît également imbriqué avec l'individu 23 qui est orienté nord-sud parallèle à l'individu 37. L'individu 39 est vraisemblablement intercalé entre les individus 23 et 37 dans un espace relativement faible entre les membres inférieurs des sujets. Le sujet 39 repose en partie sur l'individu 23. Les imbrications se situent au niveau des bassins, l'ilium gauche de l'individu 23 passe en avant du fémur droit de l'individu 39 et le fémur droit de l'individu 23 passe en arrière de l'ilium droit de l'individu 39 (fig.167). Comme il s'agit des iliums, il n'est pas possible de statuer sur ces possibles imbrications puisque nous ne disposons pas des pendages des iliums ou d'au moins deux points de relevés permettant d'appréhender l'angle et la position de cette pièce osseuse au relief particulier. Il apparaît cependant que le dépôt de l'individu 39 est postérieur aux individus 23 et 37.

⁹² L'imbrication ici n'est pas liée à la mise en volume des ossements mais à la restitution d'un ossement incomplet.

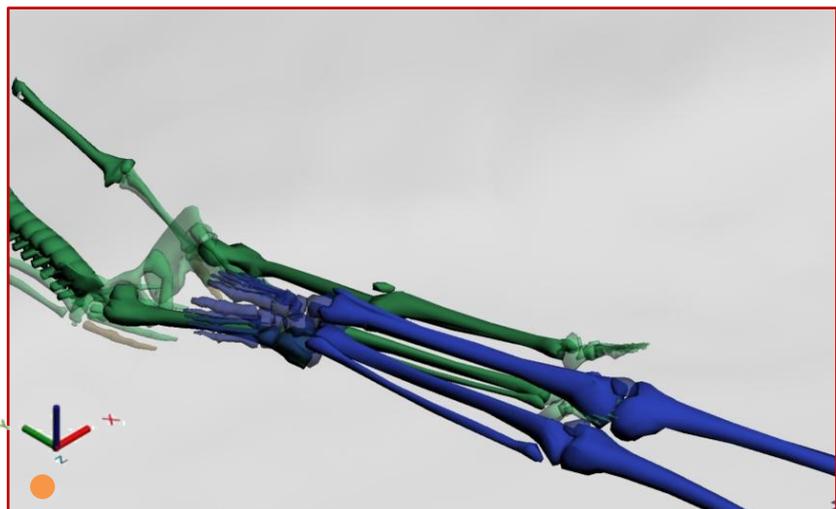
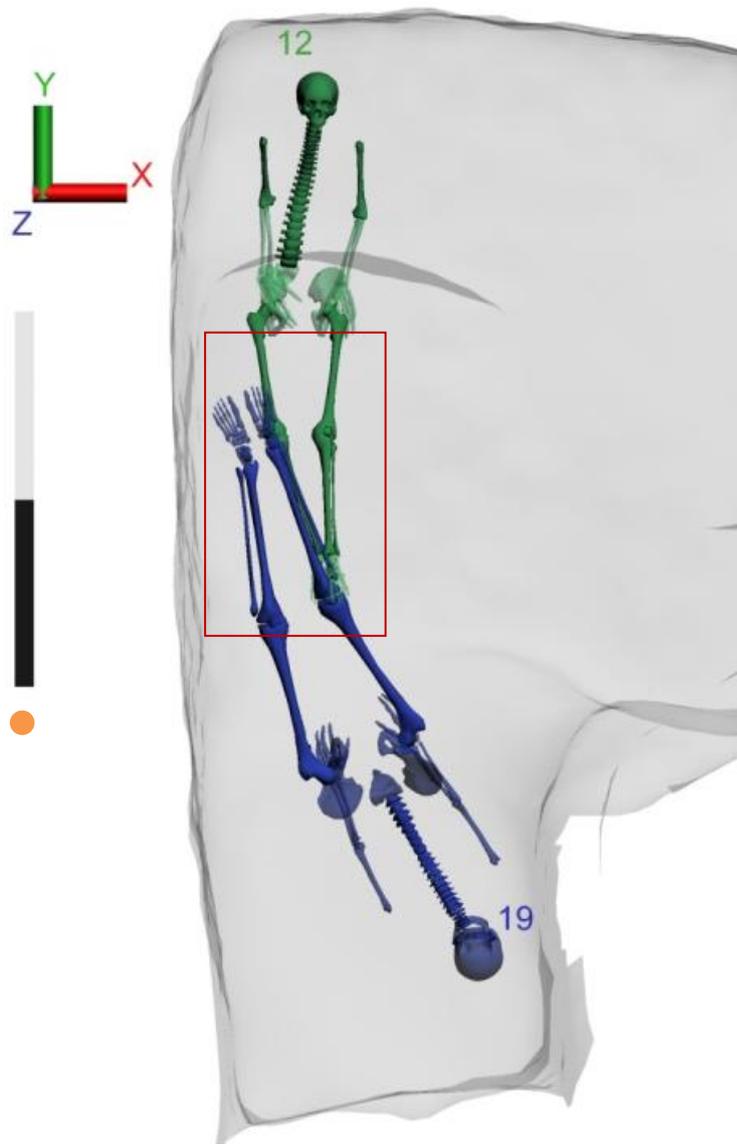


Figure 168 : Vue supérieure et vue de 3/4 de l'imbrication des individus 12 et 19.

Aucune perturbation des individus sous-jacents n'est visible et l'éventuelle imbrication tendrait à montrer que les individus 23 et 37 n'étaient pas décomposés au moment du dépôt de l'individu 39 et que les trois individus se sont décomposés dans des temps similaires. La simultanéité ne peut être démontrée mais en l'absence de perturbation celle-ci peut être envisagée.

Au sein du niveau 9, les individus 12 et 19 présentent une imbrication au niveau des tibias droits. Les pieds de l'individu 12 reposent en partie contre et sous le genou droit de l'individu 19 et inversement (fig. 168). La position des pieds est établie d'après le relevé détaillé mais la mise en volume des ossements a ainsi mis en évidence cette imbrication. Les données archéologiques reprises, il apparaît que les individus sont extrêmement proches avec des altitudes similaires et sans aucun remaniement. La très mauvaise conservation des membres inférieurs du squelette 12 n'a pas permis l'observation précise de la position de la jambe droite, les pieds ont néanmoins été observés en extension en arrière du tibia droit de l'individu 19, la position des pieds de l'individu 19 n'est pas repérée. Cette imbrication n'est peut-être qu'une simple superposition, les vestiges ténus de l'individu 12 n'ont pas permis un relevé précis des altitudes.

Les données archéologiques ne permettent pas non plus de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse, les observations réalisées sur le terrain étant restées également à l'état de suppositions. Les individus 12 et 19, s'ils ne sont pas imbriqués, sont en tout cas superposés, l'individu 19 sur l'individu 12 et il est précisé qu'aucun remaniement n'est apparent.

Le dépôt de l'individu 19 n'a donc pas perturbé l'individu 12 déjà en place, ils se sont donc décomposés dans des temps proches. La simultanéité de dépôt entre ces individus peut donc être envisagée, les étapes a et b de dépôt du niveau 9 étaient donc relativement rapprochées pour permettre une décomposition commune.

L'imbrication des individus est relativement faible au sein de la tombe 18 et ne s'illustre que pour quelques individus. Il n'est pas toujours possible de démontrer l'imbrication des individus même à la lumière des données archéologiques, toutefois il s'agit d'un élément supplémentaire qui nous permet d'envisager par la possibilité d'une imbrication ou la mise en évidence d'une superposition la simultanéité au sein des dépôts eux-mêmes.

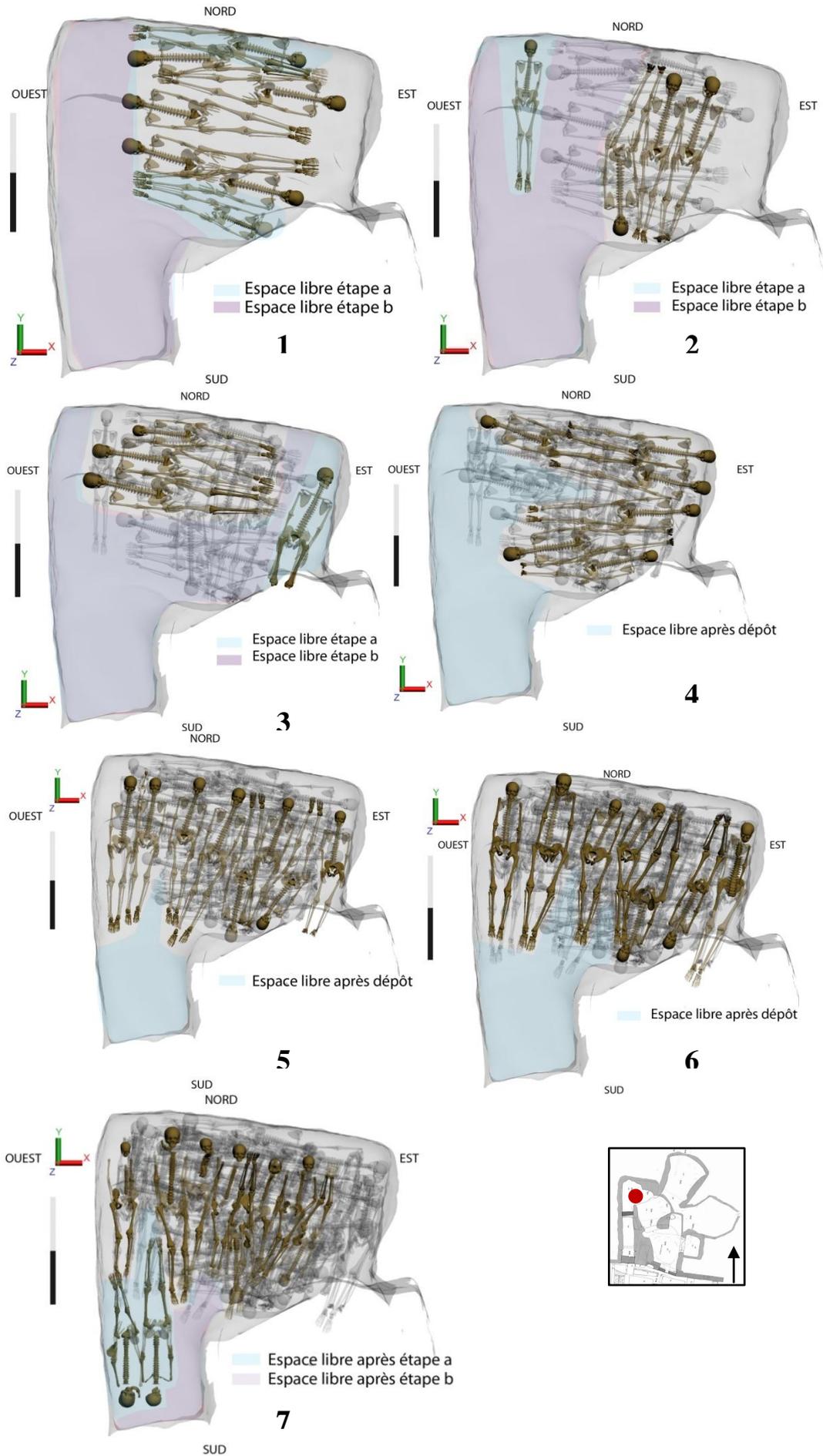


Figure 169 : Évolution des espaces libres niveau 1 à 7.

III.1.2.3. Les espaces de circulation

Pour les niveaux 1 et 2, deux zones libres sont identifiées et ont pu servir d'espaces de circulation, le couloir au sud-ouest qui se prolonge jusqu'à la paroi nord et le long de la paroi sud au milieu de la tombe (fig. 169). Que ce soit pour le niveau 1 ou le niveau 2, le dépôt des individus c'est fait en reculant vers le couloir, c'est-à-dire de la paroi sud vers le nord puis vers le couloir au sud pour le niveau 1, ou de l'est vers l'ouest pour le niveau 2. Avec le dernier sujet déposé dans le niveau 2, la banquette contre la paroi ouest est ainsi comblée fermant également une partie de l'espace de circulation du niveau 1. Pour les niveaux 3 et 4, les sujets sont déposés du nord au sud à l'exception du sujet 70 placé en premier et contre la paroi est. La même zone qu'au sein du niveau 1 est laissée libre. Pour les niveaux 5 et 6, les différents individus sont déposés d'est en ouest, le couloir sud-ouest et la zone sud sont laissés libres. Les espaces restants après le dépôt des individus coïncident avec ceux des premiers niveaux de dépôts. Le niveau 7 présente la même logique de dépôt que les niveaux précédents, les mêmes zones sont laissées libres à l'exception du couloir qui voit le dépôt de deux sujets, c'est la première fois que l'accès sud-ouest est ainsi obturé.

Il est possible de se demander dans quelle mesure l'importance de la crise de mortalité, donc l'apport de nouveau corps et l'impossibilité de déposer des individus le long de la paroi est⁹³ a pu influencer sur la logique des dépôts. Le niveau 8 présente le même type de gestion des corps que les niveaux 1 à 6, avec un dépôt d'est en ouest, en reculant vers le couloir d'accès sud-ouest qui reste libre.

Pour les niveaux 9, 10 et 11, il est plus difficile d'appréhender des espaces libres qui auraient pu être utilisés comme espace de circulation pour le dépôt des corps (fig. 170). Pour ces trois niveaux le couloir est utilisé pour déposer un sujet alors que l'espace à l'est n'est plus utilisé pour déposer un sujet dans son entier.

Il est possible de s'interroger sur la raison pour laquelle cet endroit reste inoccupé. Il est possible d'envisager qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser tout l'espace car le nombre d'individus amenés est moins important que pour les niveaux précédents ce qui pourrait indiquer soit une baisse de la mortalité, la crise serait donc rentrée dans un autre stade, soit l'ouverture d'une nouvelle tombe, ou correspondre à un problème d'accès à la paroi est, située dans la partie la moins haute de la tombe, comme pour le niveau 7.

⁹³ Nous invitons ici le lecteur à se référer à la discussion menée sur la simultanéité des dépôts où nous proposons que le dépôt du niveau 7 ait eu lieu alors que l'ensemble des niveaux précédents n'étaient pas entièrement décomposés ne permettant pas ainsi l'accès à l'est de la tombe et créant un espace libre à l'est (cf. *supra* III.1.2.2)

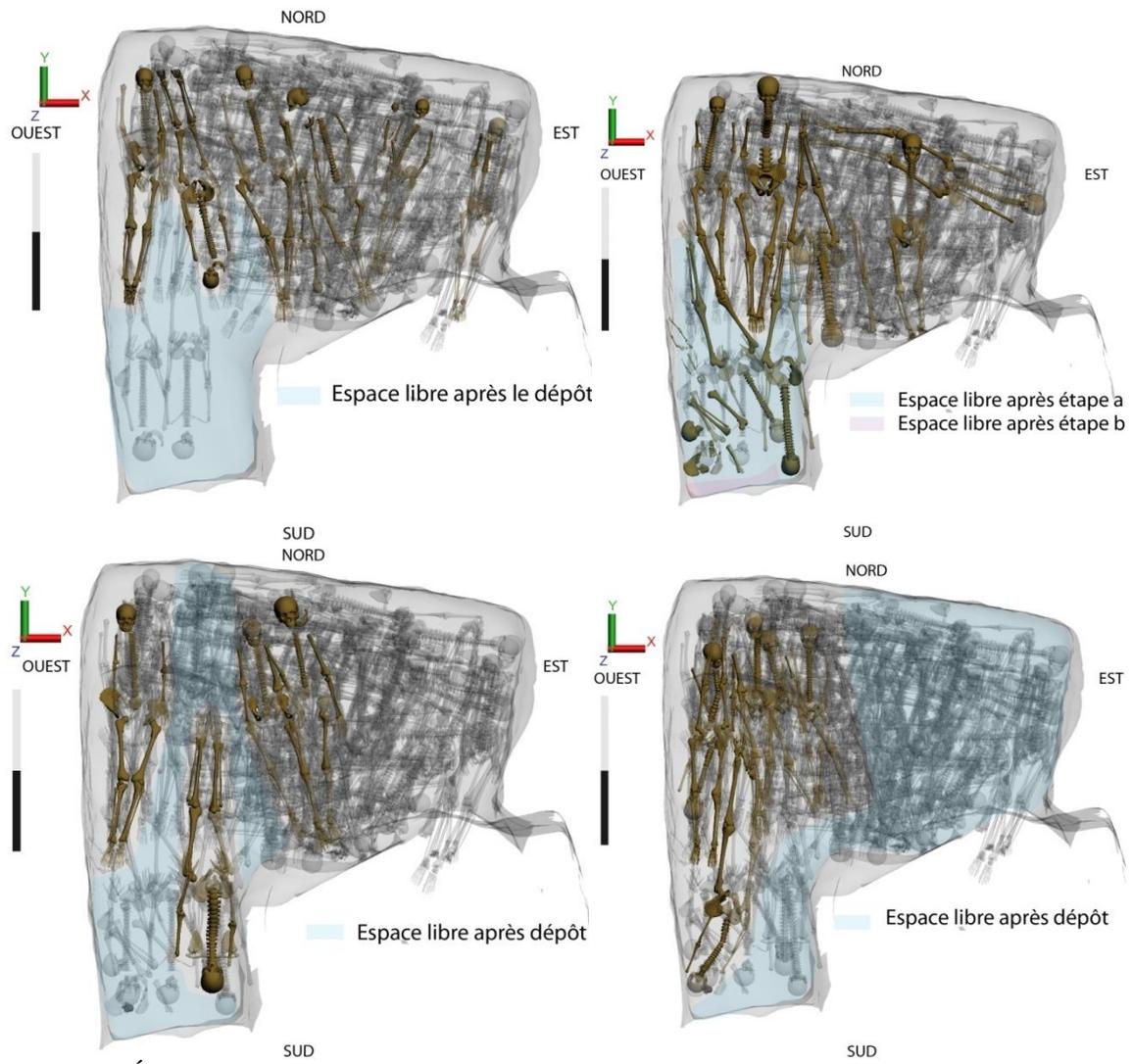


Figure 170 : Évolution des espaces libres niveau 8 à 11.

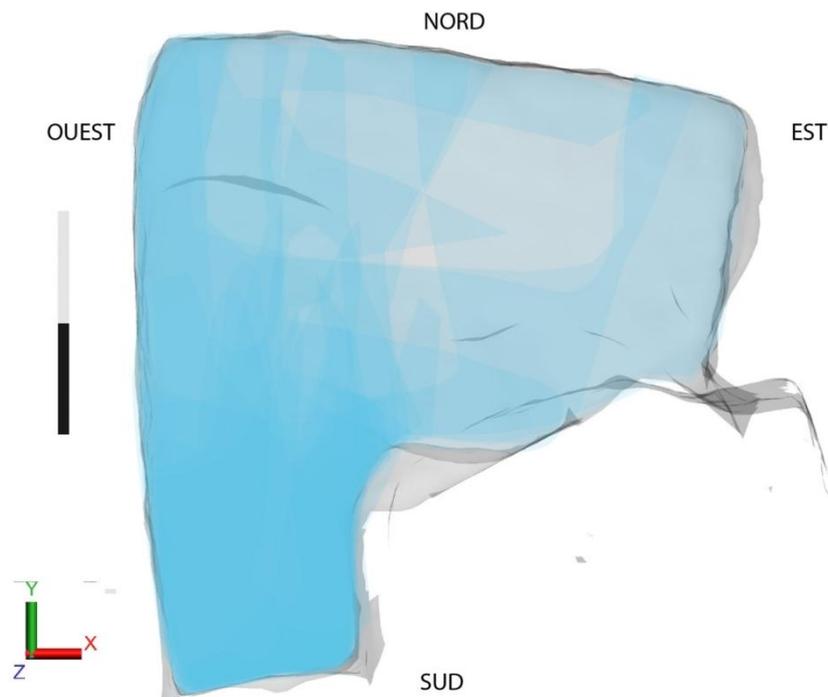


Figure 171 : Superposition des différents espaces libres.

L'ensemble des niveaux ne seraient donc pas entièrement décomposé avant le dépôt des niveaux 9 à 12 lesquels dans ce cas seraient échelonnés dans le temps, les 7 premiers niveaux devant être entièrement décomposés pour permettre le dépôt conjoint des quatre derniers niveaux.

Au sein de la tombe 18 les espaces de circulation évoluent en fonction de l'espace occupé par les différents individus déposés. Cependant, il est possible d'observer une continuité des niveaux 1 à 6 avec l'utilisation du couloir sud-ouest, jusqu'à la paroi opposée au nord -niveau 1 et 3- ou seulement la partie la plus au sud -niveau 2, 4, 5, 6-. Le niveau 7 est une exception avec la même logique de dépôt des sujets d'est en ouest que les niveaux précédents mais marquée par l'utilisation à la fin du couloir. Le niveau 8 reprend le même schéma de dépôt que les niveaux 1 à 6. Le décroché de la paroi sud avant le couloir est aussi un espace qui reste inoccupé jusqu'au niveau 9.

Pour chaque niveau, les dépôts s'effectuent soit du nord au sud, soit d'est en ouest, les espaces de circulation s'adapte donc en fonction, avec deux axes privilégiés nord-sud à l'ouest avec le couloir et un axe est-ouest situé au sud.

La localisation de l'espace de circulation et sa continuité d'utilisation nous indique vraisemblablement que la position des individus est connue puisqu'il n'y a qu'un seul cas où l'espace de circulation recoupe le dépôt immédiat d'individus sous-jacent (au niveau 7). La figure 67 représente l'ensemble des espaces laissés vides au cours des différents dépôts, plus la couleur bleu est opaque et foncé plus l'espace est utilisé (fig. 171)Figure 171 : Superposition des différents espaces libres.

Le cheminement des corps pour l'ensemble des niveaux peut ainsi être appréhendé au sein de la tombe 18 ; l'accès et la sortie sont toujours réalisés par le couloir sud et le dépôt est organisé selon deux axes est-ouest et nord-sud ; il est fait en reculant jusqu'au couloir.

L'étude des espaces de circulation permet également de s'interroger à nouveau sur la simultanéité entre les niveaux de dépôts. Cette analyse amène de nouvelles pistes de réflexion comme avec le niveau 7 et l'espace laissé libre à l'est qui pourrait être un indice de l'apport de nouveaux corps alors que les niveaux précédents ne sont pas entièrement décomposés. Il en est de même pour les niveaux 9, 10 et 11. De plus, la pérennité des espaces de circulation sous-entend que ceux-ci sont connus ou reconnaissable d'un niveau de dépôts à l'autre.

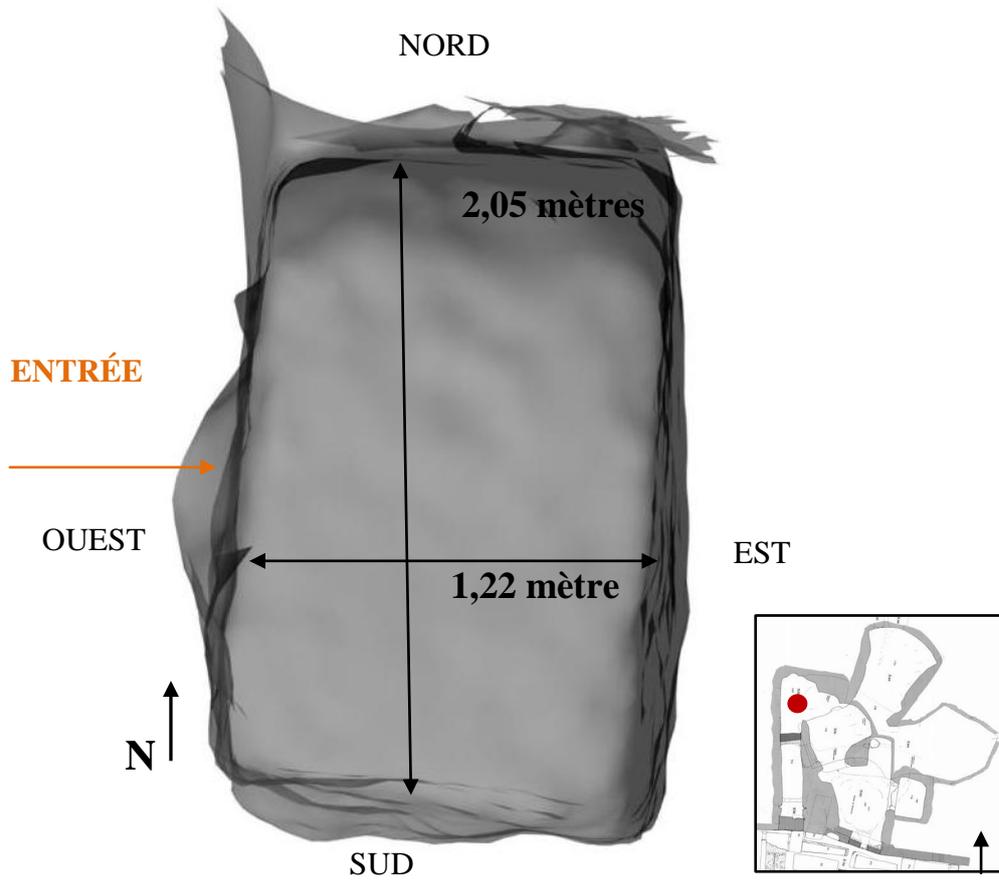


Figure 172 : Vue supérieure de la tombe 16.

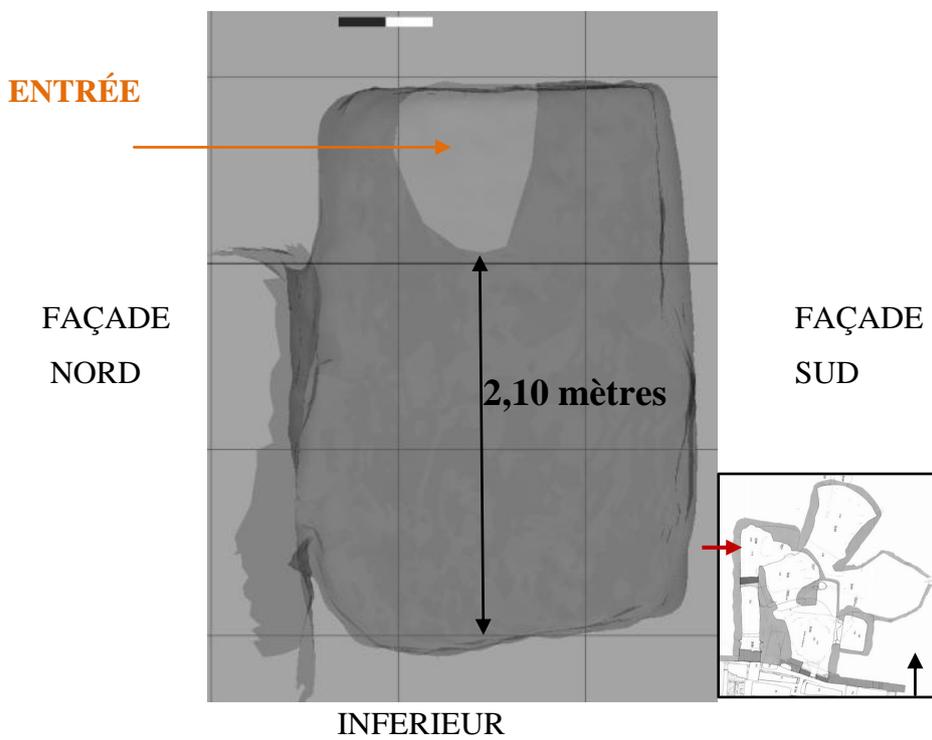


Figure 173 : Vue de la façade ouest de la tombe avec l'entrée.

L'étude de la gestion des corps a permis de démontrer qu'il existait une simultanéité au sein des dépôts, entre les individus d'un même niveau, comme pour les sujets 23 et 37, mais qu'il existait également une simultanéité des dépôts entre les différents niveaux, comme le niveau 6 et le niveau 7 ou avec les derniers niveaux de dépôts avec les effets de cuvette observés. Cependant, l'ensemble des niveaux n'a pu être déposé dans le même temps comme tend à le prouver la restitution volumique des corps. Il n'est possible de déposer que cinq niveaux consécutifs maximum. Le recrutement met en évidence, de plus, un large déficit des individus immatures, qui ne sont pas présents dans tous les niveaux ce qui paraît peu compatible avec un apport continu d'individu au fil des décès dans un cadre de mortalité normal. Face à ce faisceau d'arguments, il faudrait alors peut-être envisager la succession de plusieurs crises de mortalité qui auraient amenée à une gestion particulière de la tombe entre sépulture multiple et sépulture collective. Dans ce cadre la sépulture collective correspondrait pour les dépôts échelonnés dans le temps et non pour la réorganisation des dépôts précédents.

III.1.1. Analyse de la tombe 16 X 80

III.1.1.1. Étude de la gestion des dépôts de l'individu au niveau

La tombe 16 mesure d'est en ouest 1,22 mètre sur 2,05 mètres du nord au sud pour une hauteur de 2,97 mètres (fig. 172). Elle contient 76 individus répartis dans neuf niveaux de dépôts. L'accès antique est une ouverture pratiquée dans la paroi ouest et située à environ 2 mètres de hauteur par rapport au sol de la tombe, la tombe X80 permet d'y accéder (fig. 173). La forme exacte de cette entrée n'est pas connue car elle a été remaniée en partie lors de l'excavation puis lors de la fouille des vestiges.

Pour l'analyse, nous procéderons de la même manière que pour la tombe 18, mais au vu du nombre important d'individu par niveau et de la multiplication des superpositions au sein de la tombe 16, nous détaillerons plus celles-ci car comme pour la tombe 18, elle nous renseigne sur la chronologie interne de chaque dépôt. Nous avons choisi de ne mentionner comme repère pour un sujet que l'individu qui lui est immédiatement antérieur et postérieur.

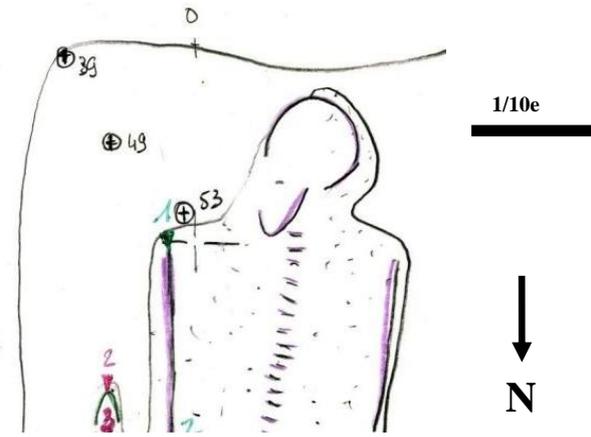


Figure 174 : Relevé de l'individu 77 et du fond de fosse. (Extrait relevé de fouille mission 2005).

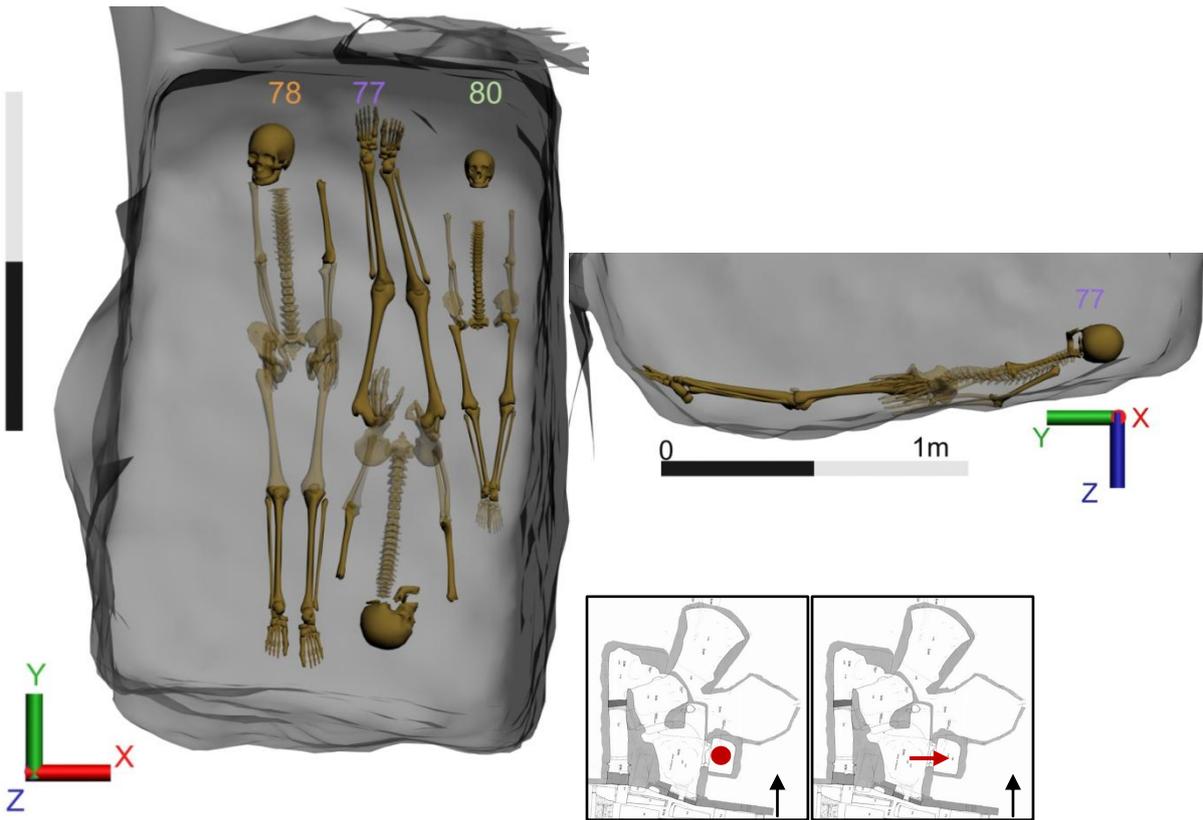


Figure 175 : Vue supérieure des individus 77, 78 et 80 et vues de la façade ouest de l'individu 77.



Figure 176 : Vue supérieure des individus 80 et 77 recouvert d'une gangue de plâtre.

La description des niveaux de dépôts s'effectuera d'est en ouest et en fonction de l'altitude en commençant par les individus les plus profondément enfouis, c'est-à-dire les premiers déposés afin de faciliter la lecture de cette stratigraphie complexe.

Niveau 1

Le premier niveau de dépôt est constitué de huit individus déposés en deux temps distincts au minimum. L'ensemble des individus de ce niveau est déposé en décubitus sauf l'immature 71 en procubitus.

Étape a : Les individus 77, 78 et 80 sont les premiers déposés au contact direct du sol de la tombe (US 557) et suivent le pendage du sol de la tombe. En effet, comme le montre le relevé d'altitudes, il n'y a que 5 centimètres entre le sol et l'épaule gauche du sujet 77 (fig. 174).

L'orientation des corps est nord-sud, tête au nord ou au sud, ils sont tous trois en décubitus, les membres en extension dans la longueur de la tombe car orientés en est-ouest stricte, le métrage est trop faible pour permettre de déposer un corps adulte entier en extension (fig. 175).

Le sujet 80 est un immature de la classe des 5-9 ans, il est disposé nord-sud le long de la paroi est et son crâne est légèrement surélevé par rapport au reste du corps qui suit quant à lui le relief du sol en cuvette. Les membres supérieurs n'ont pas été relevés mais les observations de terrain et la logique anatomique permettent de les restituer parallèles à la colonne vertébrale, les mains en arrière des coxaux, les membres inférieurs sont joints à hauteur des chevilles, les pieds en extension. Une gangue de plâtre recouvre le squelette des pieds jusqu'au haut du thorax (fig. 175 ; fig. 176).

L'individu 77 est situé immédiatement à l'ouest de l'individu 80, orienté sud-nord. De même que pour le sujet 80, le positionnement des ossements retrouvés met en évidence que le corps suit la forme du sol. Le crâne est même appuyé directement sur un ressaut du sol. Les membres supérieurs sont en extension, les mains passent derrière les coxaux. Les membres inférieurs sont en extension également avec une flexion inversée des genoux peu marquée, les pieds reposent contre la paroi est. Une gangue de plâtre recouvre entièrement le sujet (fig. 176).

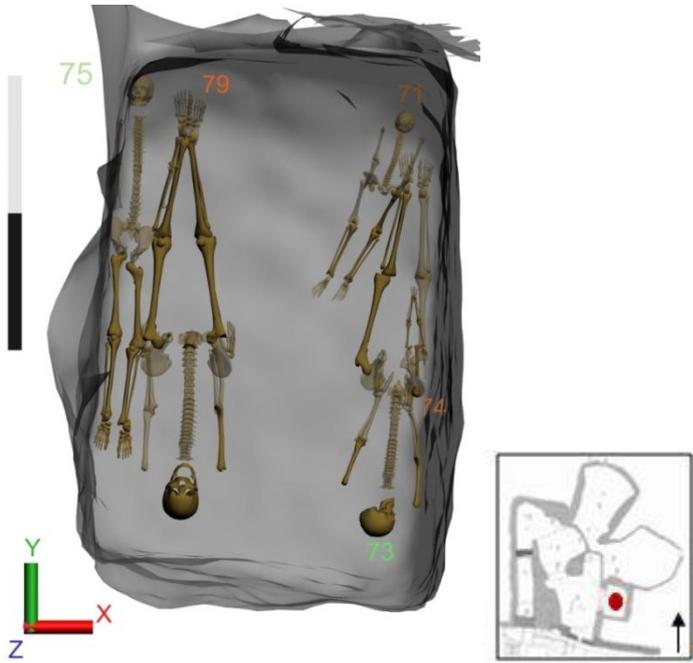


Figure 177 : Vue supérieure 2^e phase de dépôts, individus 73, 71, 74, 79 et 75.



Figure 178 : Vue supérieure, individu 73 qui repose sur les individus 77 et 80.



Figure 179 : Photographie de l'individu 73 en vue zénithale, détail des patellas en place. (Cl. mission 2006)

L'individu 78 est à l'ouest de l'individu 77, orienté nord-sud à l'identique du sujet 80. L'altitude des membres supérieurs, de la ceinture pelvienne et des fémurs, n'a pu être relevée avec précision, toutefois leur position est connue grâce aux relevés.

Ils ont donc été restitués en extension, symétriques, avec les mains en arrière des coxaux comme le précise les observations de terrain (fig. 175).

De même que pour les individus 77 et 80, le sujet 78 suit le pendage du sol, les pieds sont alors à une altitude supérieure à celle du crâne. Il est également recouvert d'une gangue de plâtre qui en épouse la forme.

Étape b : Le dépôt des sujets 73, 71 et 74, 79, 75 intervient dans un second temps. Les trois sujets adultes 73, 75, 79 et le sujet immature 74 sont en décubitus. Le sujet 71 est quant à lui en procubitus (fig. 177). Ils sont orientés sud-nord sauf l'immature 71 positionné sud-ouest/nord-ouest.

L'individu 73 est déposé sur l'individu 80, tête-bêche, et le recouvre de la partie supérieure du thorax jusqu'aux pieds et sur l'individu 77 à hauteur du membre supérieur droit. Il est également le long de la paroi est. (fig. 178) La position du squelette suit également la forme du fond de fosse comme les individus 80 et 77 sous-jacents. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains sont sous les coxaux d'après les observations de terrain. Les membres inférieurs sont en connexion, les pieds joints, les patellas sont en position anatomique bien qu'il n'y est pas de gangue de plâtre sur cet individu qui ait pu les maintenir (fig. 179).

Le membre inférieur gauche, sans relevé d'altitude, a été restitué contre la paroi d'après les photographies de détails. Les individus postérieurs sont sur le sujet 73 au niveau du coxal droit et sur une partie du fémur droit pour le sujet 71 et le sujet 74 repose contre le membre inférieur gauche à hauteur des pieds, des tibias et fibulas.

Le sujet 71 est partiellement conservé, seuls les membres inférieurs ont pu être observés. Il est situé sur le sujet 73 et est en contact avec la partie basse de la jambe droite de celui-ci. Il s'agit d'un immature et est orienté en raison de sa faible taille dans l'axe sud-ouest/nord-ouest.

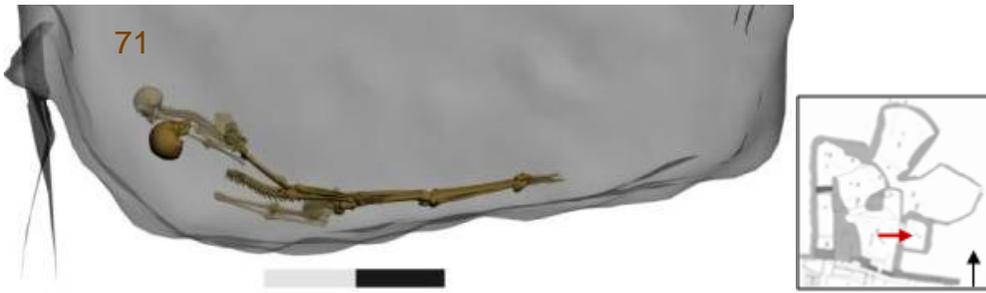


Figure 180 : vue de la façade ouest de l'individu 71 sur l'individu 80.



Figure 181 : vue supérieure de la superposition des individus 71 et 74 sur l'individu 73 et agrandissement.



Figure 182 : Vue supérieure de l'individu 79 sur l'individu 78 et des mêmes individus recouverts de plâtre.

La vue supérieure des membres inférieurs montre qu'ils sont en extension mais le pendage entre la partie proximale du fémur et la partie distale du tibia est de l'ordre de 15 centimètres avec une flexion du genou droit et une verticalisation du fémur droit alors même que l'individu est sur le ventre (fig. 180).

Si l'on place le haut du corps dans la continuité, celui-ci se retrouve verticalisé sur l'individu 80 et à l'aplomb de la paroi nord dans l'angle nord-est, avec un angle important entre les membres inférieurs, le bassin et la colonne vertébrale, ce qui pourrait laisser penser à un dépôt en forme de cuvette lié au poids des niveaux sus-jacents lors de la décomposition ou alors à l'adaptation à la forme du sol initié par le sujet 73, comme les sujets adultes du même niveau ou comme le sujet immature 58 placé quelques centimètres au-dessus, au sein du niveau 3. Tout comme pour l'individu 73 aucun appareil funéraire n'a été observé pour l'individu 71.

L'individu 74 est un sujet immature de la classe 1-4 et est d'après les observations de terrain sur l'individu 73 mais nous ne disposons d'aucun positionnement exact, juste un relevé global des altitudes. L'intégralité de sa position a donc dû être restituée. Il n'est par contre pas en contact avec l'individu 71. Dans la logique des autres sujets déposés du même niveau et immatures, nous l'avons représenté en décubitus, les membres supérieurs en extension et le long du corps, les membres inférieurs en extension et les pieds joints. Nous n'avons aucune indication par contre quant à la position globale du corps en cuvette ou non, nous l'avons donc restitué à plat sur le coxal et le fémur droit de l'individu 73 contre la paroi est (fig. 181). De même que pour les deux individus précédemment décrits, aucune trace d'appareil funéraire n'a été observée.

Le sujet 79 est orienté sud-nord, tête-bêche avec l'individu 78 (fig. 182). Il est globalement déposé sur le sol mais la partie gauche de son squelette est au contact du sujet 78. L'altitude de l'individu 79 est légèrement supérieure au niveau de l'humérus gauche qui est situé au-dessus du tibia droit du sujet 78. La superposition est avérée pour ces ossements par contre là où les parties ont dû être restituées à hauteur de l'avant-bras droit du sujet 79 et du coxal gauche du sujet 78, il n'est pas possible de statuer sur une éventuelle superposition. Les deux squelettes sont recouverts de plâtre, il est alors particulièrement difficile d'observer s'ils sont, ou non en contact ou superposés.



Figure 183 : Vue latérale des individus 78 et 79 (en vert).

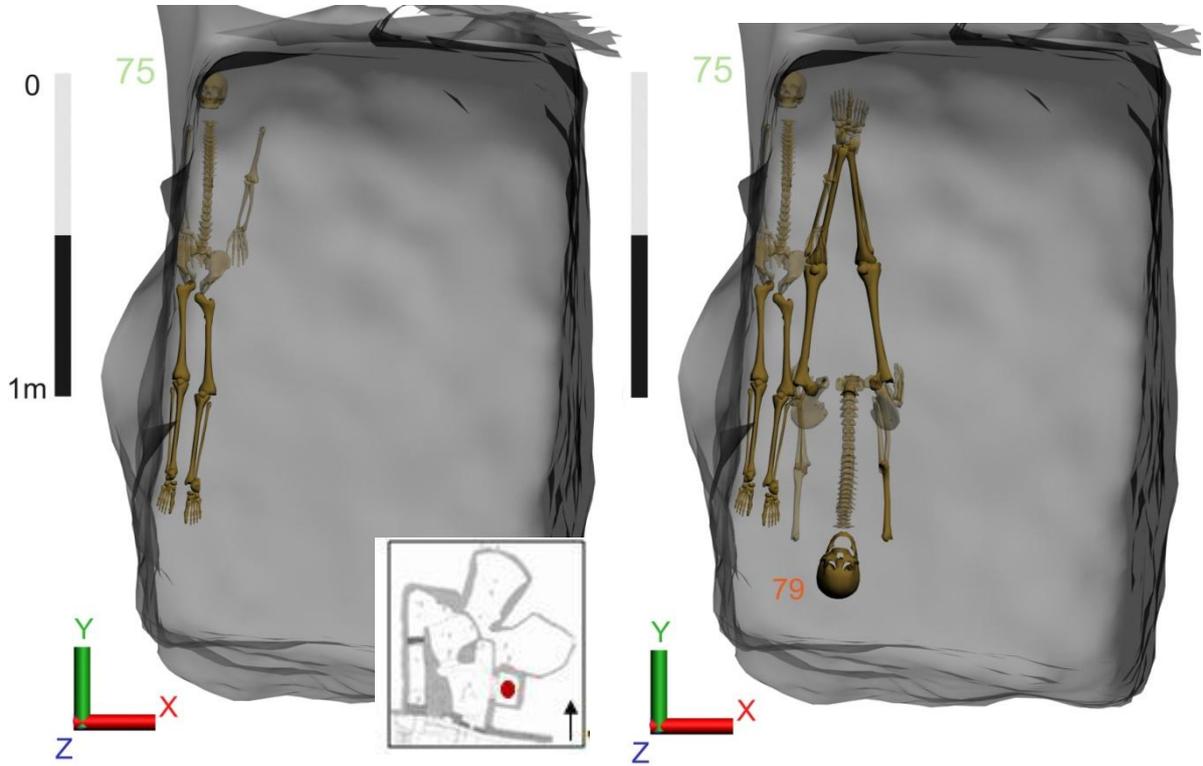


Figure 184 : Vue supérieure de l'individu 75.

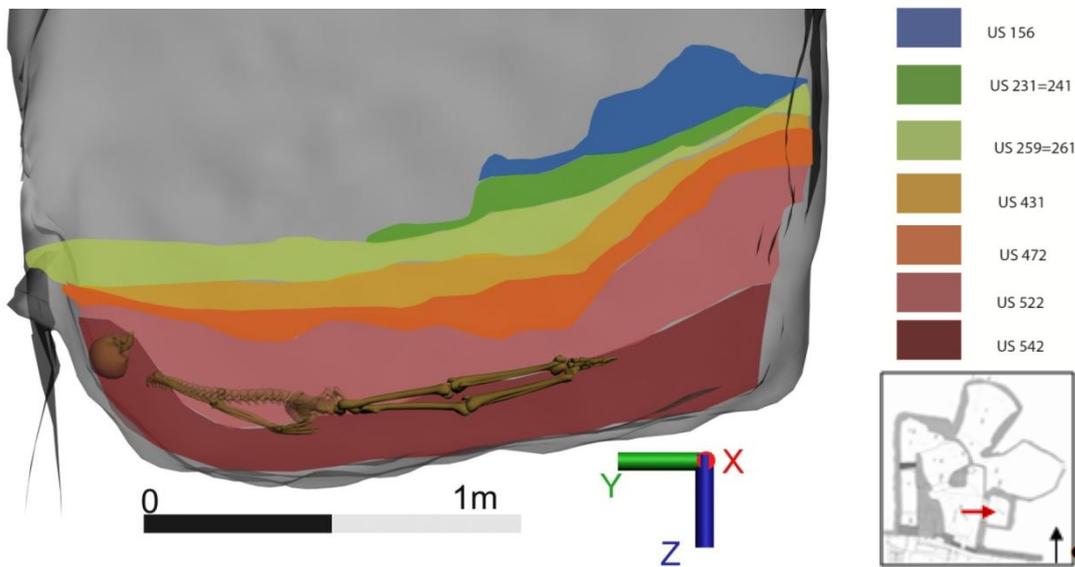


Figure 185 : Vue de la façade ouest de l'individu 75 et des US 542 (rouge) et US 522 (rose).

Toutefois, au vu de la position et de l'altitude du membre supérieur gauche de l'individu 79 et du tibia droit de 78, le sujet 79 semble postérieur (fig. 183). La restitution volumique des individus tend également à corroborer cette hypothèse avec le sujet 77 dont l'épaule entre au contact du sujet 78 dont la partie droite est recouverte partiellement par le sujet 79. Toutefois, celui-ci appartient bien au niveau 1 qui est scellé par une passe de sédiment l'unité stratigraphique⁵⁴²⁹⁴ (US).

L'individu 75 est déposé le dernier en appui contre la paroi ouest⁹⁵ pour la partie droite du corps. Il est orienté nord-sud. Le membre inférieur droit de ce sujet est en appui sur la paroi ouest, il est à une altitude supérieure au membre inférieur gauche car il ne s'est probablement que partiellement effondré lors de la décomposition, la distance entre les deux fémurs étant inférieure à un écart normal entre les fémurs en position anatomique⁹⁶ (fig. 184). La position très contractée de l'individu sur le ressaut de la paroi⁹⁷ et presque au contact de l'individu 79 tend à démontrer que celui-ci a été le dernier déposé pour combler l'espace laissé libre entre la paroi ouest et le sujet 79 interprété comme un possible espace de circulation.

De plus, les membres inférieurs de l'individu 75⁹⁸ sont recouverts par l'US 542, d'une épaisseur plus importante à cet endroit, alors que le haut du corps est pris dans l'unité stratigraphique 522, associée au deuxième niveau de dépôt (fig. 185). Il nous semble toutefois, que le sédiment a pu par la succession des dépôts percoler à cet endroit vers le fond de la fosse tout comme la deuxième passe de sédiment. Il est à noter que le sujet 75 ne possède pas d'appareil funéraire qui aurait pu freiner voire limiter cette percolation. Contrairement au diagramme stratigraphique établi lors de la fouille, nous intégrerons au vue des éléments fournis par la scène tridimensionnelle, cet individu au sein du niveau 1 de dépôt lors de la deuxième étape. De même, il semble plus logique pour les dépôts et afin de faciliter la circulation dans la tombe de procéder au remplissage du côté opposé à l'ouverture.

En effet, l'entrée de la tombe se fait par l'ouest, il envisageable que le dépôt des corps se soit effectué d'est en ouest, du fond de la tombe en reculant vers la sortie.

⁹⁴ Le crâne est très souvent surélevé le long des parois d'où leur positionnement au-dessus de l'US 542, mais le reste du squelette fait bien partie intégrante de cette unité stratigraphique. De même, il s'agit d'une coupe cumulative verticale donc les données ont été extrapolées horizontalement pour recréer une couche.

⁹⁵ Contre la paroi où se situe l'accès de la tombe

⁹⁶ La distance entre les deux fémurs est de quelques centimètres entre les têtes fémorales à une dizaine de centimètres entre le milieu des diaphyses.

⁹⁷ Il s'agit ici d'un individu d'une taille avoisinant les 1,50 mètre; grand adolescent ou adulte.

⁹⁸ Dont le positionnement et l'altitude sont relevés avec exactitude



Figure 186 : Vue supérieure des individus 77, 78, 80.



Figure 187 : Espace libre interprété comme un espace de circulation au sud.

L'individu 80 d'après le cheminement des corps aurait pu être déposé en premier puis l'individu 77 sur lequel repose l'individu 73.

Il n'est pas possible de déterminer avec certitude lequel des trois sujets de 77, 78 ou 80 est déposé en premier car aucun de leurs ossements n'est en contact, toutefois ceux-ci appartiennent vraisemblablement à la première étape du dépôt (fig. 186).

Le cheminement au sein de la tombe pour le dépôt des corps n'est pas connu. Cependant un espace est laissé libre au nord, au sud et juste au pied de l'accès à l'ouest (fig. 187).

Pour l'individu 78 qui repose directement sur le substrat, il n'est pas possible de déterminer s'il a été déposé avant, après ou dans le même temps que les sujets 77 et 80 et avant, après ou dans les mêmes temps que les sujets 73, 71 et 74.

La restitution volumique⁹⁹ ne permet pas non plus de trancher sur la chronologie interne des dépôts entre 77, 78 et 80, 71 et 74, ces individus n'étant pas en contact.

Un deuxième temps de dépôts est identifiable avec d'un côté les individus 73, 71 et 74, et de l'autre les sujets 79 et 75. L'individu 73 est déposé tête-bêche sur l'individu 80, puis sont déposés sur celui-ci les deux immatures 71 et 74 dont on ne connaît pas l'ordre puisqu'ils ne se recoupent pas.

En ce qui concerne le sujet 79, nous avons préféré l'intégrer dans la deuxième étape de ce niveau 1 de dépôt, de par son altitude supérieur au sujet 78 et son positionnement au pied de l'accès. Le sujet 79 pourrait ainsi être déposé au contact ou sur le sujet 78 afin de laisser libre une étroite bande de circulation au contact de la paroi ouest (environ 15 centimètres). Il n'est par contre possible de déterminer s'il est déposé avant ou après les sujets 73, 71 et 74.

L'individu 75 vient ensuite s'appuyer sur un ressaut de la paroi ouest bouchant ainsi l'espace de circulation. L'ensemble est ensuite recouvert d'une passe de sédiment.

L'agencement des dépôts du premier niveau indique un dépôt en au moins deux étapes des individus ce qui confirme ce qui avait été observé lors de la fouille.

⁹⁹ La mise en volume des individus est basée sur une corpulence moyenne de chaque individu en fonction de la stature, les corps sont ensuite restitués en fonction de l'altitude moyenne de l'ensemble des ossements. Pour la méthode, cf. *supra* II.3.1.3.



Figure 188 : Vue supérieure, niveau 2.

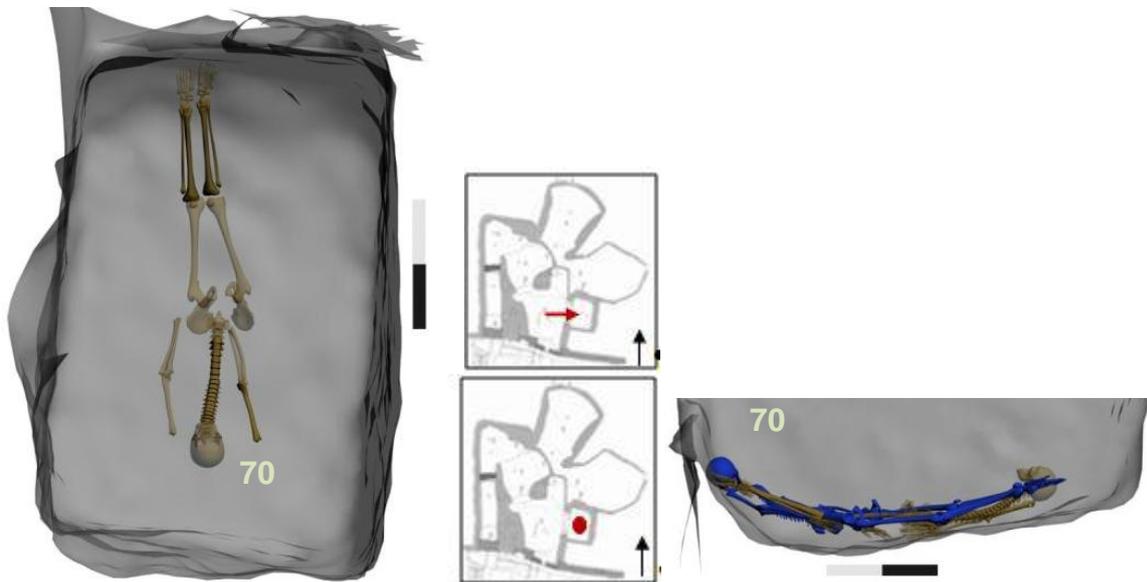


Figure 189 : Vue supérieure de l'individu 70 et vue latérale de l'individu 70 (en bleu).

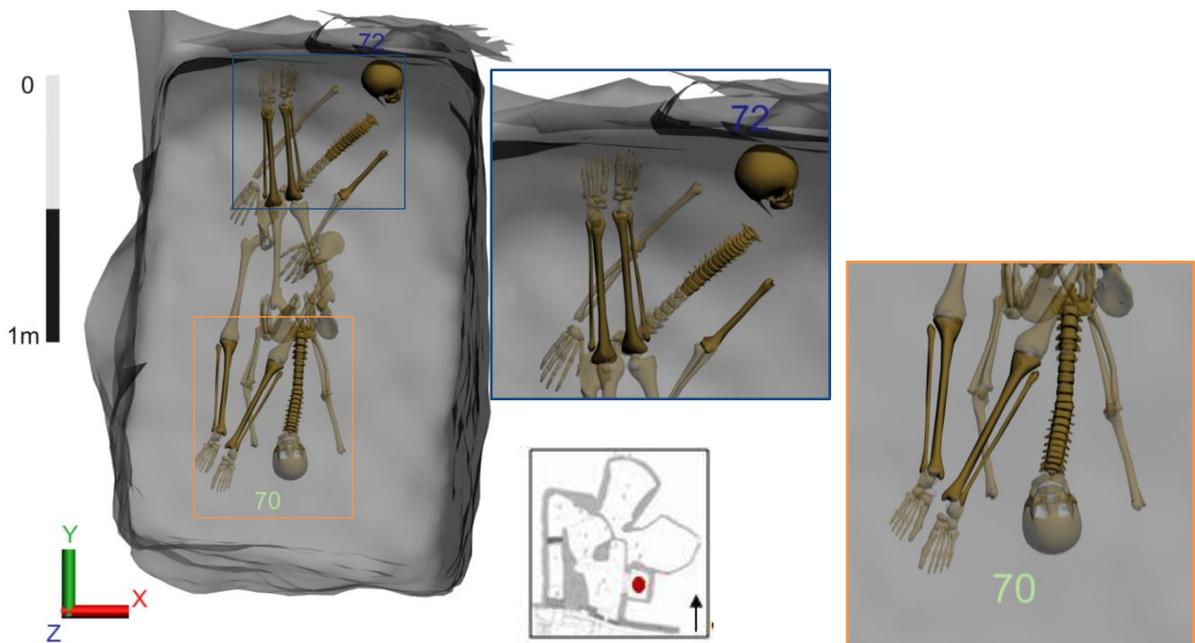


Figure 190 : Vue supérieure de l'individu 72 sur l'individu 70, recouvert de plâtre et vue de profil.

Niveau 2

Les neuf individus du niveau 2 sont déposés en décubitus et orienté nord-sud, tête au nord ou au sud (fig. 188). Il est possible de distinguer deux zones de dépôts et au moins deux étapes au sein de ce niveau.

Étape a : Les premiers individus déposés sont les sujets 70 et 72, 76. Ils sont directement au contact de la passe de sédiment précédente¹⁰⁰.

Sur ces trois premiers sujets vont ensuite être déposés six autres individus, deux directement sur l'individu 76, un sur 76 et sur 70-72 et trois plus à l'est sur les individus 70 et 72.

L'individu 70 est orienté sud-nord, il est placé au centre de la tombe (fig. 189). Seuls les tibias, la colonne vertébrale et un humérus droit sont conservés. La position des ossements a été restituée grâce au relevé et aux photographies qui indiquent que les membres supérieurs étaient en extension tout comme les membres inférieurs. Les pieds sont joints.

La forme globale du corps suit une nouvelle fois la forme des dépôts précédents, donc la forme du fond de la fosse. Le sujet est également recouvert de plâtre, des chevilles jusqu'au milieu du thorax.

L'individu 72 est orienté nord-est /sud-ouest, tête-bêche avec l'individu 70. De même que pour l'individu 70, l'intégralité des ossements n'a pas fait l'objet d'un relevé d'altitude. Toutefois, l'allure globale du corps est connue grâce au relevé et les éléments manquants ont ainsi pu être restitués. Le sujet 72 est déposé en décubitus, les membres en extension, les bras le long du corps, les pieds joints. Le crâne apparaît par sa face latérale droite et il est surélevé contre la paroi nord (fig. 190). Une gangue de plâtre recouvre le corps du milieu du thorax aux chevilles.

Il semble vraisemblable que les individus 70 et 72 aient été déposés simultanément puisque les jambes de l'individu 70 sont sur la colonne vertébrale et l'avant-bras gauche de l'individu 72 et que les jambes de l'individu 72 sont proche du bas de la colonne vertébrale de l'individu 70 et ont une altitude supérieure à celle-ci (fig. 190).

¹⁰⁰ US 542.

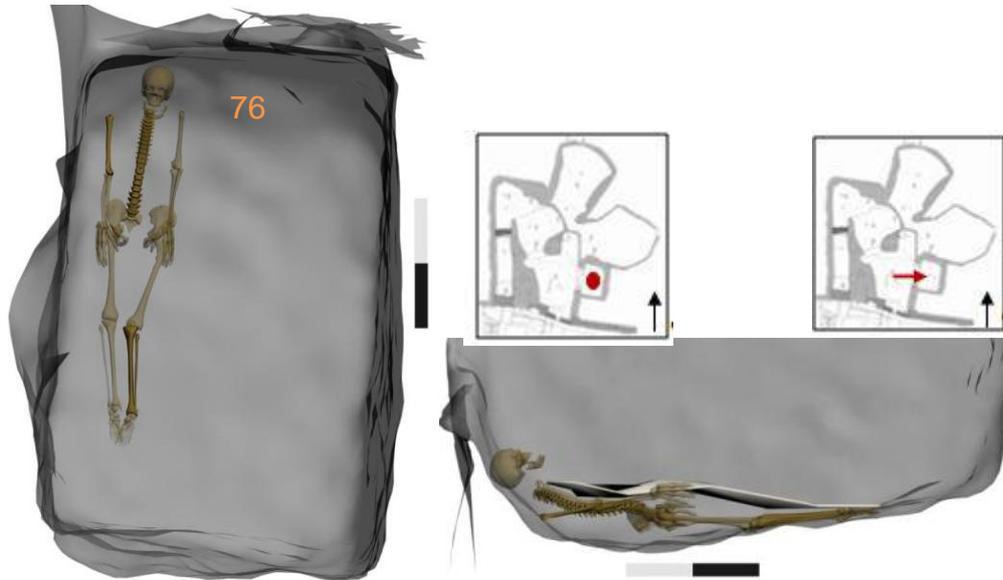


Figure 191 : Vue supérieure de l'individu 76 et vue de la façade ouest de l'individu 76 recouvert de plâtre.

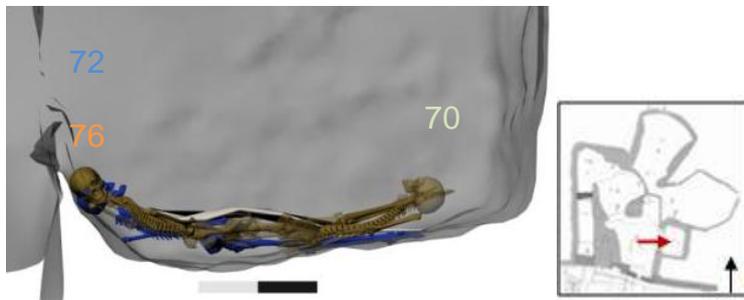


Figure 192 : Vue latérale des individus 70, 72 et 76 (en bleu).

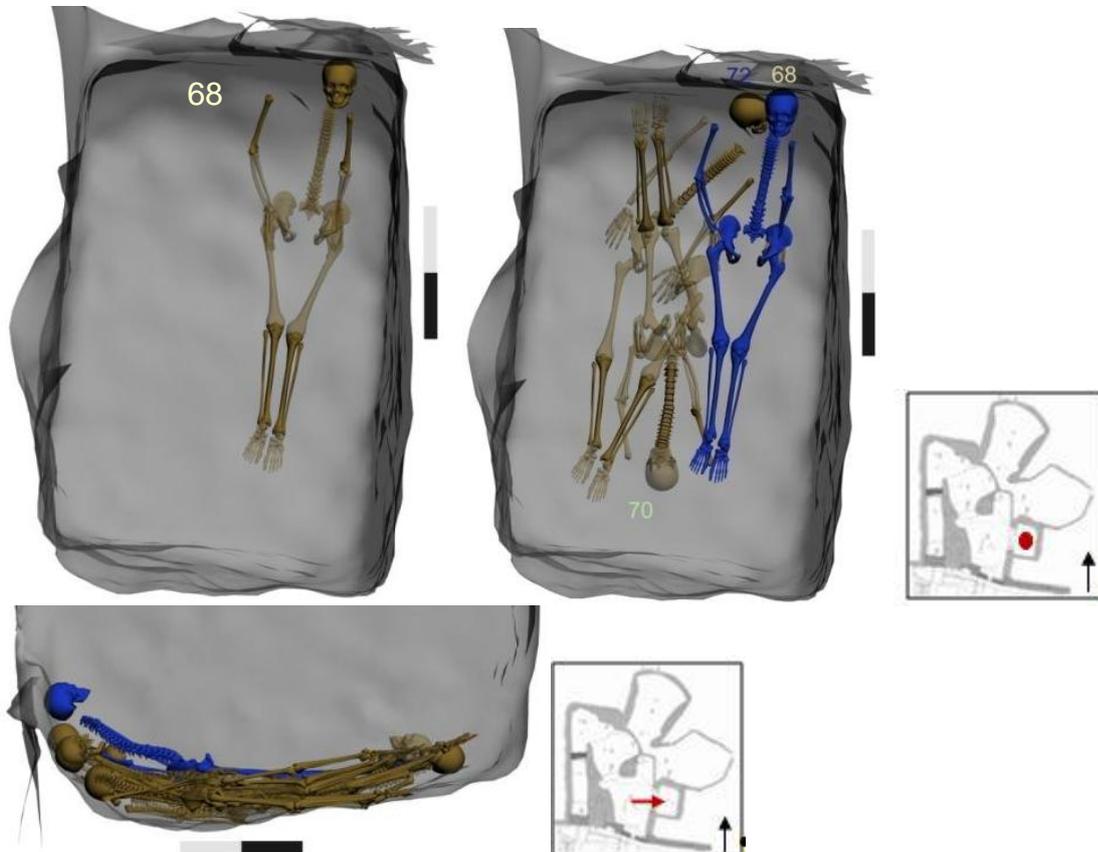


Figure 193 : Vue supérieure de l'individu 68, en bleu sur les individus 70 et 72 et vue de la façade ouest de l'individu 68 et de l'ensemble des individus sous-jacents.

L'individu 76 est orienté nord-sud, peu d'éléments sont conservés, le positionnement des membres a été effectué comme pour les individus précédemment décrits grâce au relevé (fig. 191).

Les membres supérieurs sont en extension le long du corps, l'altitude du membre supérieur gauche nous est donnée indirectement par le relevé d'un point d'altitude sur le plâtre à hauteur de l'humérus, la restitution positionne donc celui-ci en dessous de la gangue de plâtre. Pour les membres inférieurs, ils sont en extension, les genoux resserrés et les pieds joints. L'allure globale du corps est relativement plane, toutefois l'altitude des éléments du bassin nous manquant nous ne pouvons pas déterminer si l'individu présente à l'instar des autres sujets un effet de cuvette.

L'individu 76 semble être le premier déposé au sein de la tombe puisque les individus 70 et 72 le recouvrent l'un à hauteur des tibias, l'autre au niveau de l'avant-bras gauche. Il est recouvert par une couche de plâtre dont l'altitude est située 17 centimètres au-dessous de celle du tibia gauche de l'individu 70 (fig. 191). De plus, il est à noter que cet individu est recouvert par d'autres individus du même niveau et par une gangue de plâtre qui a pu limiter le mouvement des membres lors de la décomposition avant ou pendant le dépôts des sujets lors de la deuxième étape (fig. 192).

La deuxième phase de dépôt du niveau 2 contient six individus dont la répartition est complexe, nous détaillerons donc ces individus d'est en ouest et par passe d'altitude avant de proposer une chronologie globale de dépôt.

Étape b : L'individu 68 est en décubitus, orienté nord-sud, le crâne appuyé contre la paroi nord. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains sont en arrière des coxaux (fig. 193). La verticalisation des humérus, ainsi que la différence d'altitude entre ces os et les tibias, permettent de déduire l'allure globale du corps qui montre une forme de cuvette, ce qui coïncide avec les formes antérieures de dépôts et l'allure du fond de fosse.

Le crâne de l'individu 68 est au contact du crâne de l'individu 72 et son humérus droit passe sur la colonne vertébrale de l'individu 72. Les tibias du sujet 68 sont également sur l'humérus gauche du sujet 70.

Le dépôt de l'individu 68 serait donc postérieur à ceux des individus 70 et 72. Le sujet 68 est couvert de plâtre du haut du thorax jusqu'aux chevilles (fig. 193).



Figure 194 : Vue supérieure de l'individu 69 et vue de la façade ouest de l'individu 69.

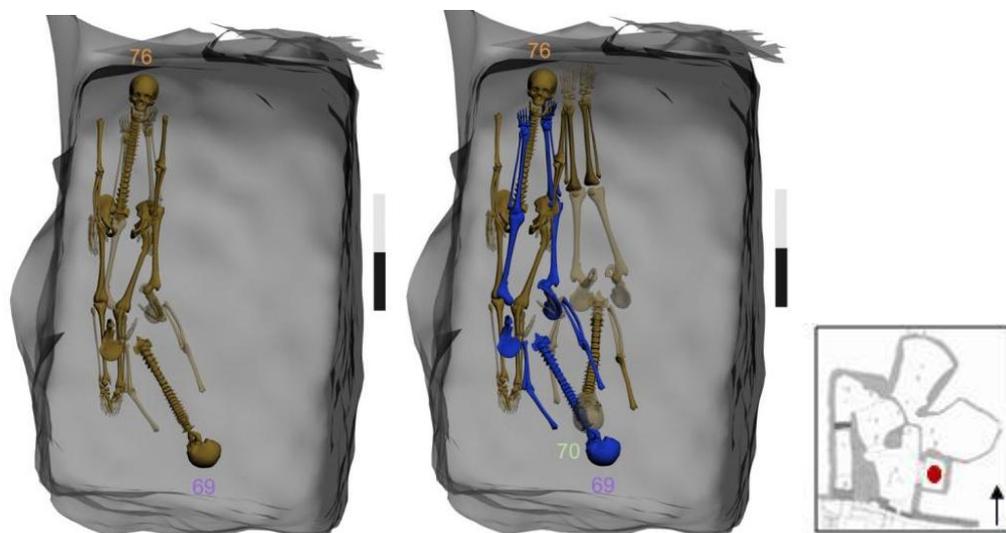


Figure 195 : Vue supérieure de la superposition des individus 76 et 69 et vue supérieure des individus 70 et 76 sous l'individu 69 (en bleu).



Figure 196 : Vue supérieure de l'individu 65 et vue de la façade ouest de l'individu 65 et vue supérieure des individus 65 et 68.

L'individu 69 est en décubitus, orienté sud-nord. La position des membres supérieurs en extension a pu être restituée grâce au relevé bien que nous ne disposions pas des altitudes. Le positionnement des membres inférieurs en extension nous est donné par les observations de terrain (fig. 194). D'après la position de la colonne vertébrale, du coxal gauche et du fémur droit, il est possible de déduire l'allure générale du corps, celui-ci semble une fois encore en cuvette.

L'hyperflexion du genou droit ne peut pas être mise en évidence de manière certaine puisque le tibia droit n'est pas conservé. Toutefois il semblerait logique que le tibia soit au-dessus du plâtre du sujet 76 sur lequel il repose. L'extrémité proximale aurait donc une altitude plus basse que l'extrémité distale. De plus, le tibia droit de l'individu 76 est recouvert par l'ilium gauche de l'individu 69. L'individu 69 serait donc de fait postérieur à l'individu 76 (fig. 195). Cette position du tibia confirmerait ce qui a déjà été observé pour les individus précédemment décrits dont l'allure générale est tributaire du niveau de sol¹⁰¹.

L'individu 69 repose sur l'individu 70 et l'individu 76. Pour l'individu 70, la colonne vertébrale de l'individu 69 est positionnée à hauteur de la colonne vertébrale et du crâne sur l'individu 70. Cet individu ne possède pas de plâtre.

L'observation de la restitution des altitudes dans le cas d'un respect des continuités des liaisons ostéologiques confirmées par les minutes de terrain et les photographies permettent d'en déduire que l'individu 69 est bien sur l'individu 70 bien que cette hypothèse repose sur l'étude des ossements restitués.

L'individu 65 est situé au droit de la paroi est, il est orienté sud-nord. D'après les observations de terrain, les membres inférieurs et supérieurs sont en extension. Les mains sont en arrière des coxaux (fig. 196). L'allure globale du corps est différente des individus précédemment décrits car même si l'on peut présumer d'une forme du corps en cuvette en fonction des altitudes du crâne, de l'humérus et des tibias induite par la position des individus précédents et de la forme de la tombe, la position des membres inférieurs diffère.

En effet, les deux tibias sont à des altitudes différentes, le gauche est plus haut que le droit et repose sur le thorax de l'individu 68, alors que le droit repose sur l'humérus gauche de l'individu 68. Cette différence de position permet de discuter la présence d'un appareil funéraire propre à cet individu et aucun élément ne permet de lui attribuer du plâtre.

¹⁰¹ Les individus 79, 78, 77.



Figure 197 : Vue supérieure de l'individu 67 recouvert de plâtre (en transparence) et vue de la façade ouest.

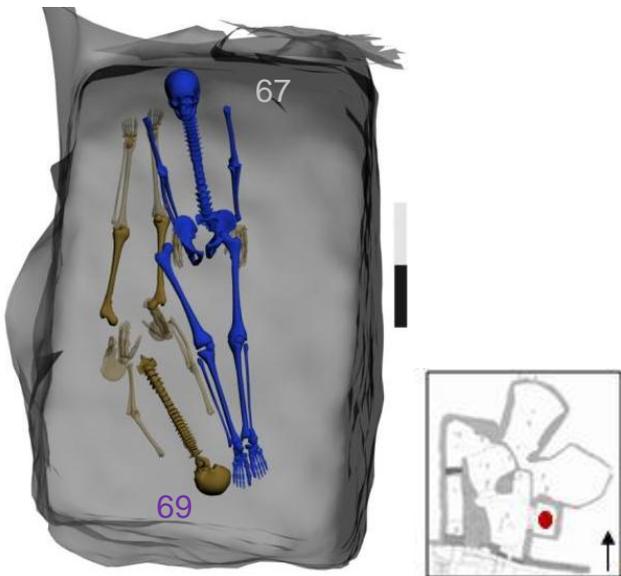


Figure 198 : Vue supérieure de l'individu 67 sur l'individu 69.

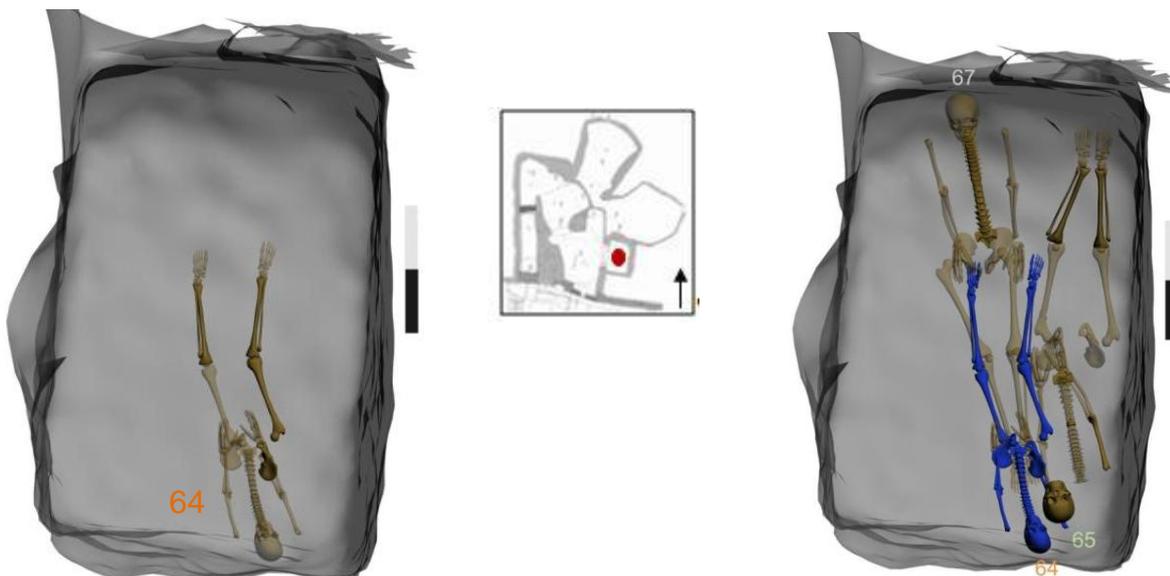


Figure 199 : Vue supérieure de l'individu 64 et vue de la façade ouest de l'individu 64, vue supérieure sur les individus 65 et 67.

La présence d'une enveloppe textile souple peut ici être discutée au vu de la position des tibias. Celle-ci aurait dû être suffisamment lâche pour que les tibias soit à des altitudes différentes alors que les chevilles sont jointes où alors, il y a pu avoir décomposition conjointe des individus 65 et 68 qui a entraîné des perturbations. Les individus appartenant au même niveau de dépôt cette hypothèse semble la plus probable.

L'individu 67 est orienté nord-sud. Le relevé a permis de positionner cet individu car il est recouvert de plâtre du haut du thorax jusqu'aux pieds (fig. 197). Les altitudes ont été prises sur le plâtre, sauf pour la colonne vertébrale affleurant. L'allure globale du corps est déduite de par la position du plâtre, le corps est en cuvette comme les individus sous-jacents. Les membres supérieurs et inférieurs sont vraisemblablement en extension, les mains en arrière des coxaux, les genoux serrés et les pieds joints. L'individu 67 repose pour la partie supérieure droite du corps sur l'individu 69 (fig. 198).

L'individu 64 est en décubitus, orienté sud-nord, le crâne en appui sur la paroi sud. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont en arrière des coxaux. Les membres inférieurs sont relativement écartés l'un de l'autre ce qui diffère des positions précédemment observées. (fig. 199) L'allure globale du corps est relativement plane, car celui-ci repose dans la partie sud de la tombe dont le niveau de sol est plus plan qu'au nord.

L'altitude des membres inférieurs est différente entre le droit et le gauche comme pour l'individu 65. Aucun appareil funéraire n'a été mis en évidence et on peut se poser la question de sa présence étant donné la différence d'altitude et l'écartement des membres inférieurs qui semble incompatible avec une contrainte lors de la décomposition. L'individu 64 est tête-bêche avec l'individu 67 et repose sur lui à partir des fémurs. Il est également sur la partie gauche du corps de l'individu 65, d'après le positionnement de l'ilium (fig. 199).

L'individu 66 est en décubitus, il se situe contre la paroi ouest de la tombe par lequel se fait l'accès. Il est orienté sud-nord, tête-bêche avec l'individu 76 dont il recouvre partiellement le côté droit (fig. 200). Seules les altitudes des tibias et du crâne sont connues. L'allure générale du corps est mal documentée. En effet, nous ne pouvons pas déterminer si cet individu a suivi ou non le niveau de sol dans cette partie nord ainsi que la position des membres inférieurs de l'individu 75 du niveau 1 relativement plane.

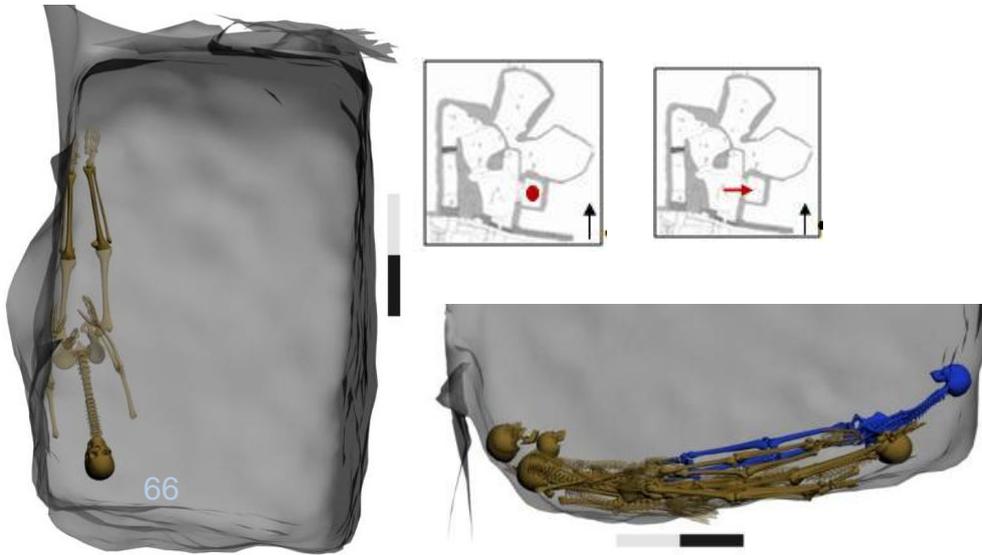


Figure 200 : Vue supérieure de l'individu 66 et vue de la façade ouest des individus 66, 76 et du niveau 1.

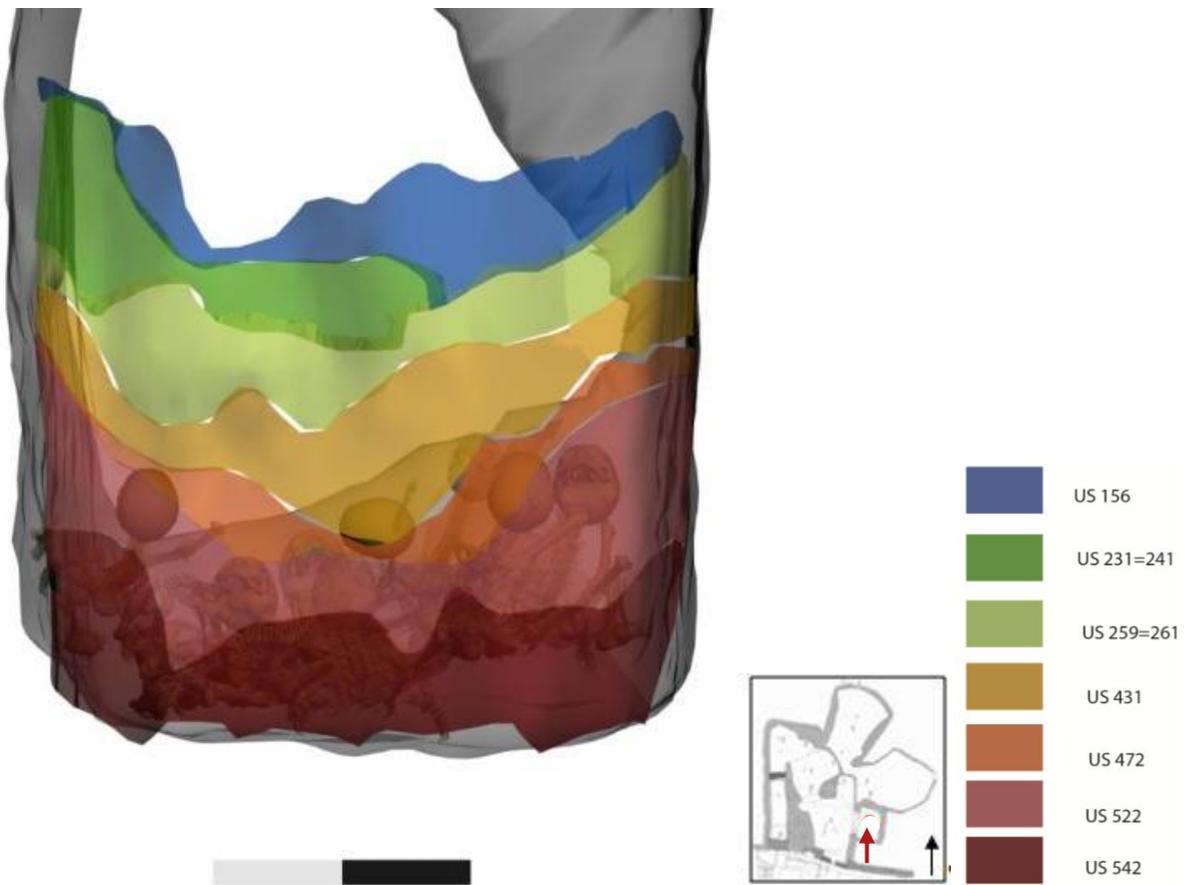


Figure 201 : Vue de la façade sud des deux premiers niveaux de dépôts et des passes de sédiments dont US 542 (rouge) et US 522 (rose).

Pour la restitution, nous avons préféré cette hypothèse : une partie supérieure du corps relativement plane et un bassin dans l'alignement de la colonne vertébrale et des membres inférieurs car la partie supérieure de l'individu 70 suit également cette logique et que cela concorde avec la position des individus antérieurs et postérieurs. Aucune trace de plâtre ou d'appareil funéraire n'a été mise en évidence pour ce sujet.

Une nouvelle passe de sédiment, l'unité stratigraphique 522 marque la fin du deuxième niveau (fig. 201). D'après l'étude de la scène tridimensionnelle, nous pouvons proposer la chronologie suivante pour les dépôts de ce deuxième niveau avec une organisation en plusieurs étapes.

La première étape de dépôt du niveau 2 contient trois sujets : 76, 70 et 72. L'individu 76 semble être le premier déposé au sein de la tombe puisque les individus 70 et 72 le recouvrent comme nous avons pu le voir précédemment.

Les individus 70 et 72 sont vraisemblablement déposés dans les mêmes temps puisque leurs membres s'entrecroisent. Un espace de circulation au sud de la tombe est alors visible.

Le dépôt des corps de la deuxième étape peut s'articuler comme suit d'après la superposition des individus. L'individu 68 serait placé en premier contre les individus 70 et 72, tête-bêche avec le sujet 70 et recouvrant partiellement le 72. Vient ensuite le sujet 65 contre la paroi est de la tombe qui commence à restreindre l'accès sud-est de la tombe. L'individu 69 est ensuite déposé sur l'individu 70 et 76. L'individu 67 est ensuite déposé sur l'individu 69 et sous l'individu 64. Ce sujet vient définitivement bloquer l'accès de l'est de la tombe et se superpose aux individus 65 et 67. L'unité stratigraphique 522 scelle ce deuxième niveau de dépôt.

Enfin, le sujet 66 est placé sur l'individu 76 et n'est en contact qu'avec cet individu. Il n'est donc pas possible de déterminer dans l'absolu si celui-ci est antérieur ou postérieur aux individus déposés plus à l'est -68, 69, 65, 67 et 64- mais celui-ci vient combler l'espace de circulation au pied de l'accès. Il semble plus probable qu'il soit déposé en dernier, sinon il aurait été systématiquement piétiné lors du passage des fossoyeurs pour aller déposer les autres individus.

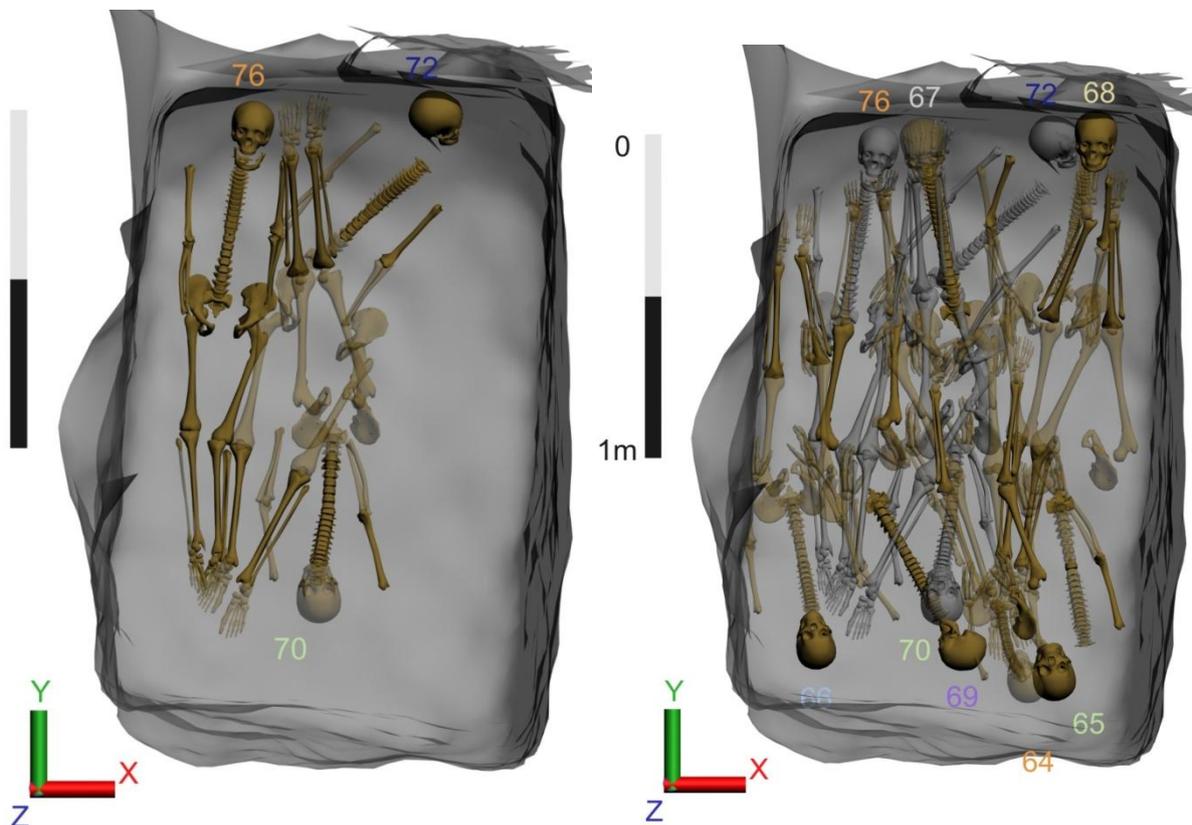


Figure 202 : Niveau 2, étape a et b.

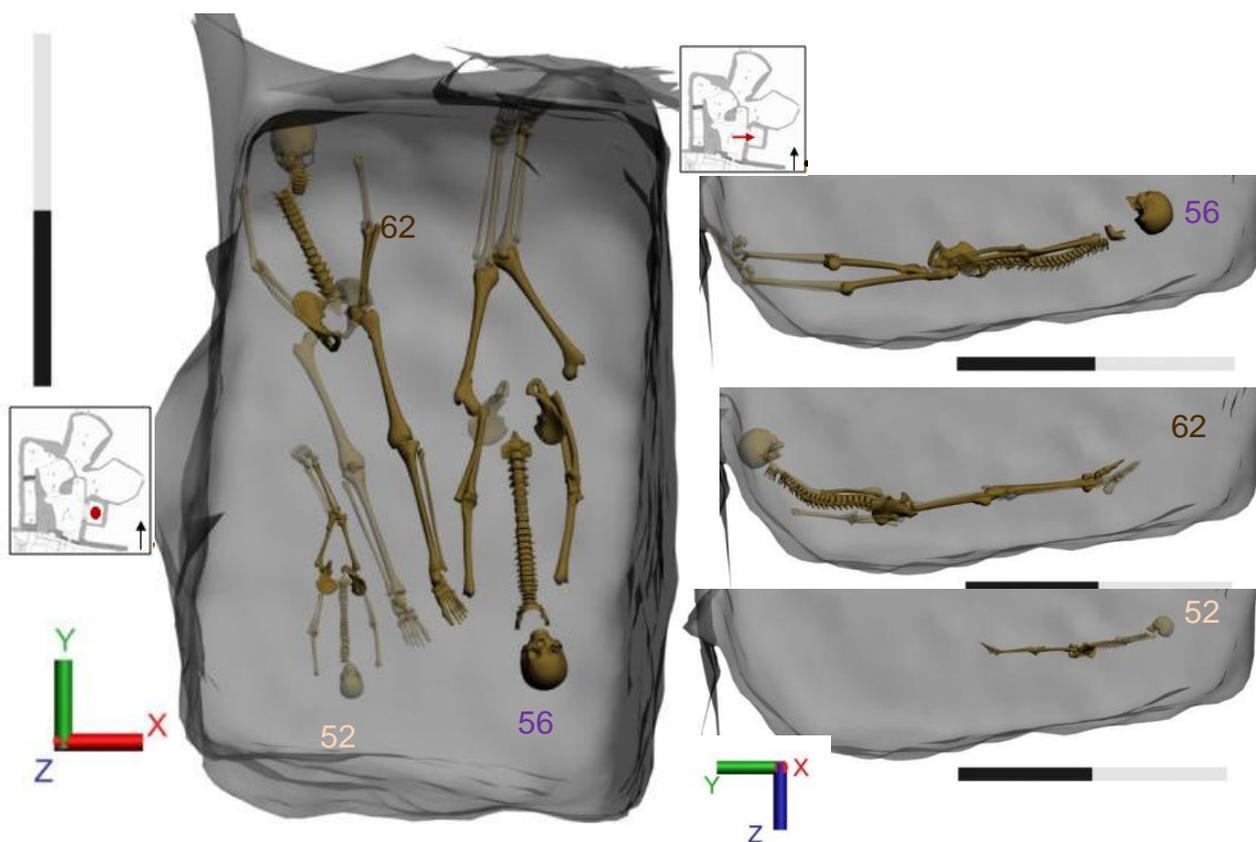


Figure 203 : Vue supérieure et de profil (ouest) des individus d'ouest en est 52, 62 et 56, niveau 3.

La disposition tête-bêche des différents sujets permet d'optimiser la place disponible au sein de cette tombe de largeur réduite (Figure 202 202). La restitution des individus 69, 70 et 72 met en évidence une imbrication des ces individus qui rend difficile l'appréhension de la logique des dépôts. L'agencement de ce niveau 2 est donc discutable et pourra être repris ultérieurement lors d'une réunion avec l'ensemble des protagonistes de la fouille afin de faire évoluer la scène numérique et les hypothèses de restitution.

Niveau 3

Le niveau 3 contient vingt et un individus, il s'agit d'un des niveaux les plus importants en termes de nombre d'individus et de l'épaisseur du dépôt¹⁰².

Les premiers déposés de ce niveau 3 sont les sujets 56, 62 et 52.

Une deuxième étape de dépôt concerne six individus : 58, 63, 61, 51, 60, 57.

Une troisième étape : 53, 55.

Une quatrième étape : 47, 46, 42.

Une cinquième étape : 54, 50, 48, 44, 49, 45

Le sujet 41, réattribué à posteriori.

Étape a : L'individu 56 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 203). Les membres supérieurs sont en extension et les mains sont sur les coxaux. Les membres inférieurs sont également en extension, les pieds en appui sur la paroi nord. Les genoux sont serrés. L'altitude des fémurs est différente, toutefois l'individu a été pris dans une gangue de plâtre du haut du corps jusqu'aux genoux pour la partie conservée. La position des fémurs pourrait être induite par le niveau de sédiment sous-jacent, ou la décomposition, il est à noter que le plâtre dans ce cas aurait suivi le mouvement des ossements. De même, le crâne est à une hauteur supérieure à l'ensemble du corps, notamment de la colonne vertébrale ce qui a entraîné une dislocation de la mandibule, visiblement celui-ci n'est pas inclus dans le plâtre, la possibilité de mouvement lors de la décomposition est donc plus importante. Le sujet 56 est déposé directement au contact de la passe de sédiment précédente et ne recouvre ou n'est recouvert lors de la première étape du dépôt par aucun autre individu.

L'individu 62 est déposé contre l'angle nord-ouest et la paroi ouest, en décubitus (fig. 203). Il est orienté nord-sud.

¹⁰² D'une hauteur de 35 centimètres environ, soit près de la moitié de la hauteur totale des dépôts.

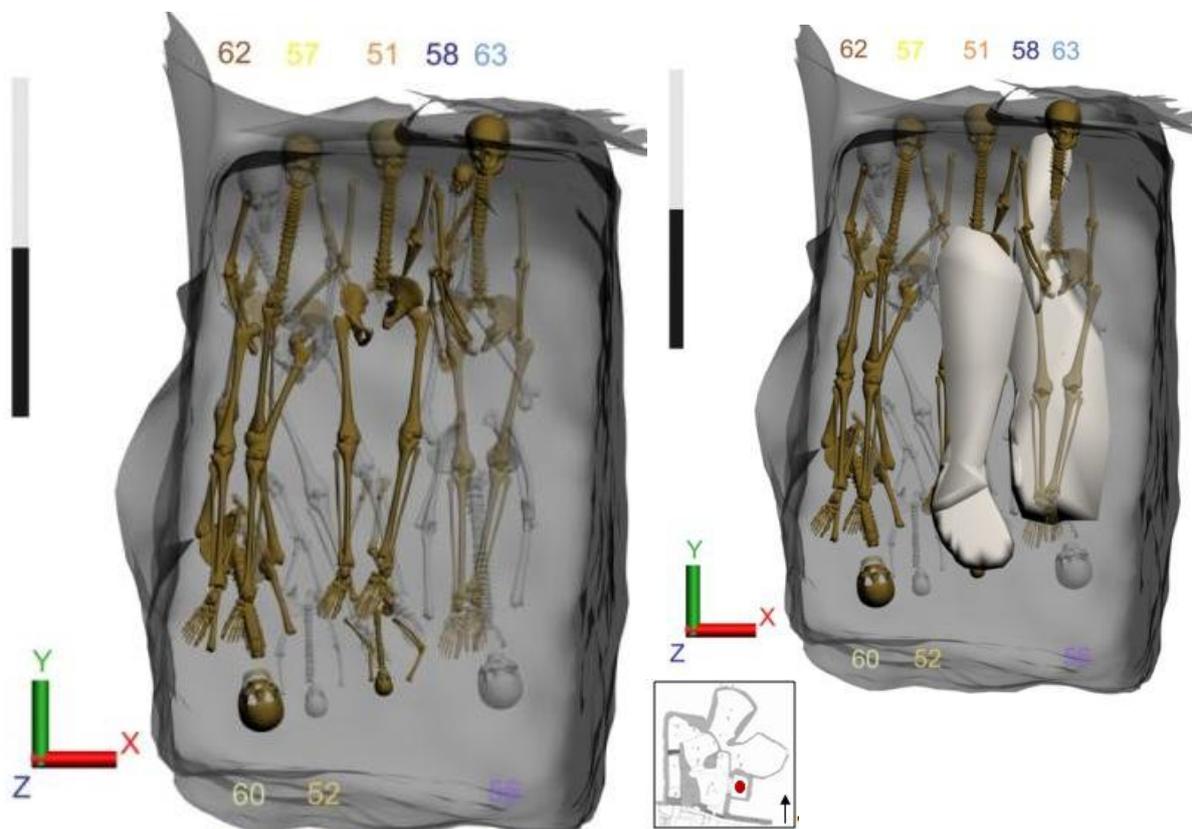


Figure 204 : Vue supérieure des individus 58, 63, 61, 51, 60 et 57 sans et avec l'appareil funéraire.

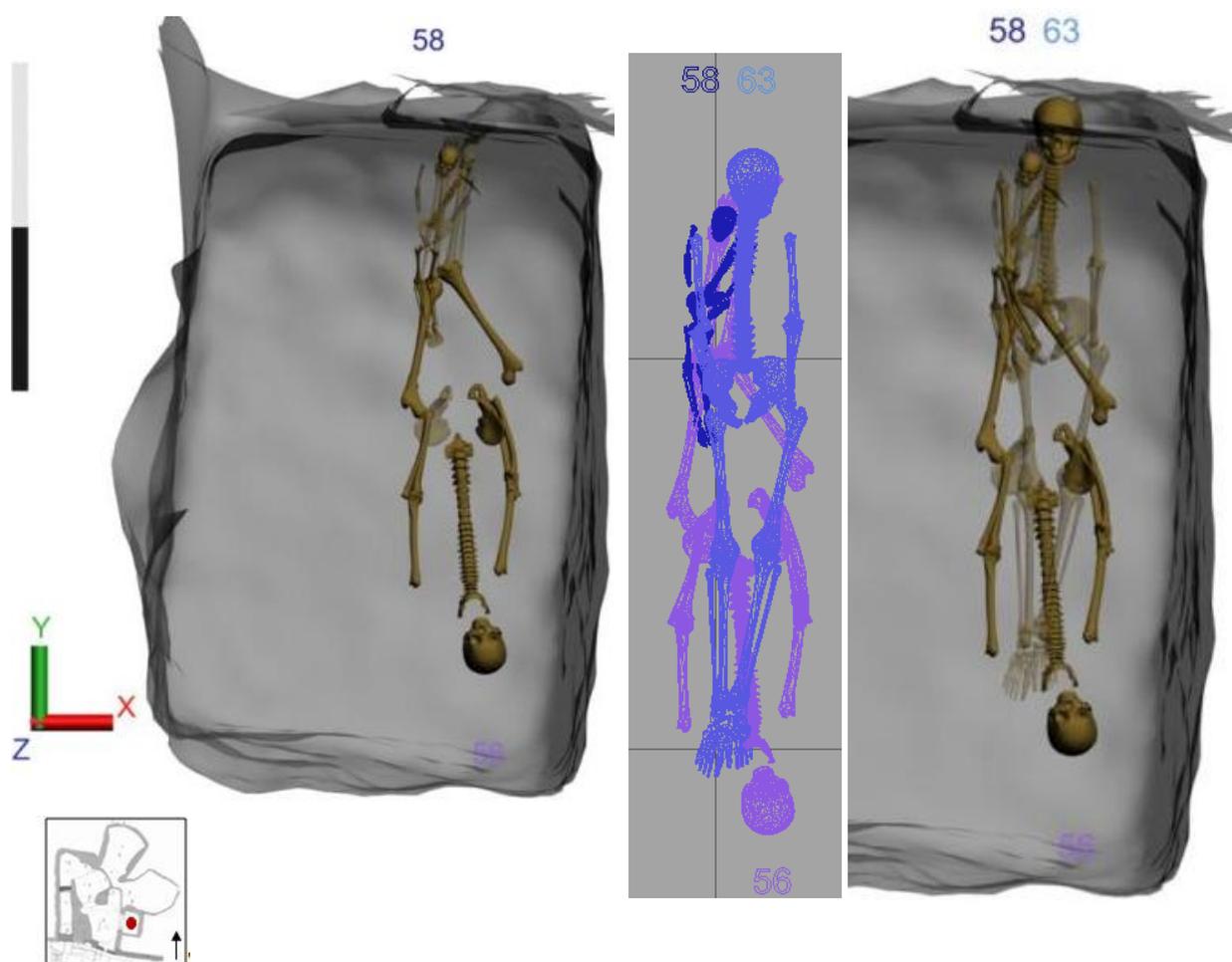


Figure 205 : Vue supérieure de la superposition de l'individu 58 sur 56 et 63 sur 58 et 56.

Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains en arrière des coxaux.

Le crâne est en appui sur la paroi nord de la tombe. L'allure générale du corps suit l'allure des dépôts précédents et le profil du fond de la tombe, le bassin est donc à une altitude inférieure au crâne et aux pieds ce qui produit un effet de cuvette. Aucun appareil funéraire n'a été mis en évidence pour ce sujet.

L'individu 52 est un sujet immature de la classe 1-4, orienté sud-nord, en décubitus. Seuls les éléments inférieurs du corps sont conservés, toutefois la position des membres supérieurs a pu être appréhendée sur le relevé (fig. 203). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont en arrière des coxaux et les genoux sont serrés. L'allure générale du corps est difficile à appréhender au vue de la seule conservation des éléments inférieurs. Toutefois une mesure d'altitude a pu être prise sur les vestiges ténus des radius-ulna droits permettant ainsi de déduire que le haut du corps n'était pas soumis à un pendage important et avait plutôt une position relativement plane.

Le sujet 52 est au contact du sujet 60 à hauteur de l'ilium gauche, toutefois le sujet 60 lui est légèrement supérieur en altitude. Il est disposé le long de l'individu 62 mais il n'a aucun contact avec celui-ci. Cet individu ne possède aucun appareil funéraire.

Étape b : La seconde étape dans les dépôts du niveau 3 concerne les individus 58, 63, 61, 51, 60 et 57 (fig. 204). L'individu 58 est un sujet immature, de la classe 0, en décubitus, orienté nord-sud. La position des membres supérieurs est donnée par le relevé, ils sont en extension avec les mains en arrière des coxaux. Les membres inférieurs sont en extension, les genoux resserrés et les pieds joints. Le crâne est appuyé contre la paroi nord. Le sujet 58 est placé sur l'individu 56 (étape a) à hauteur des jambes et repose sur le fémur et le tibia gauche, il est contre l'individu 51. Il est sous l'individu 63 (fig. 205). Le sujet 58 est entièrement recouvert de plâtre, tête et pieds inclus.

L'individu 63 est situé sur l'individu 56 et l'individu 58. Il est en décubitus orienté nord-sud. Cet individu est particulièrement mal conservé et seuls quelques éléments du haut du corps ont pu être relevés. Le crâne est appuyé contre la paroi nord. Les membres supérieurs sont en extension mais nous ne pouvons pas définir la position des mains sans observations de terrain ou de photographies. Toutefois, nous les avons restituées selon la logique du dépôt. L'allure générale du corps est définie par le dépôt sur l'individu 56 puisque cet individu ne possède pas de plâtre.



Figure 206 : Vue de la façade ouest de l'individu 61.

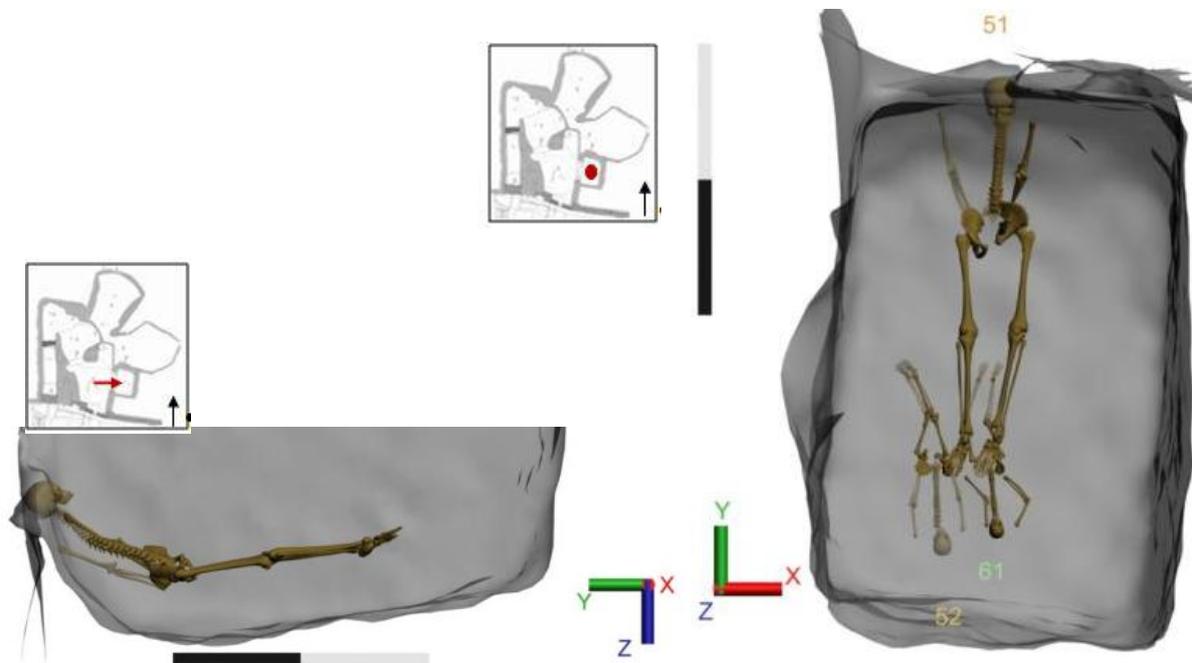


Figure 207 : Vue de la façade ouest de l'individu 51 et vue supérieure de l'individu 51 sur les individus 61 et 52.

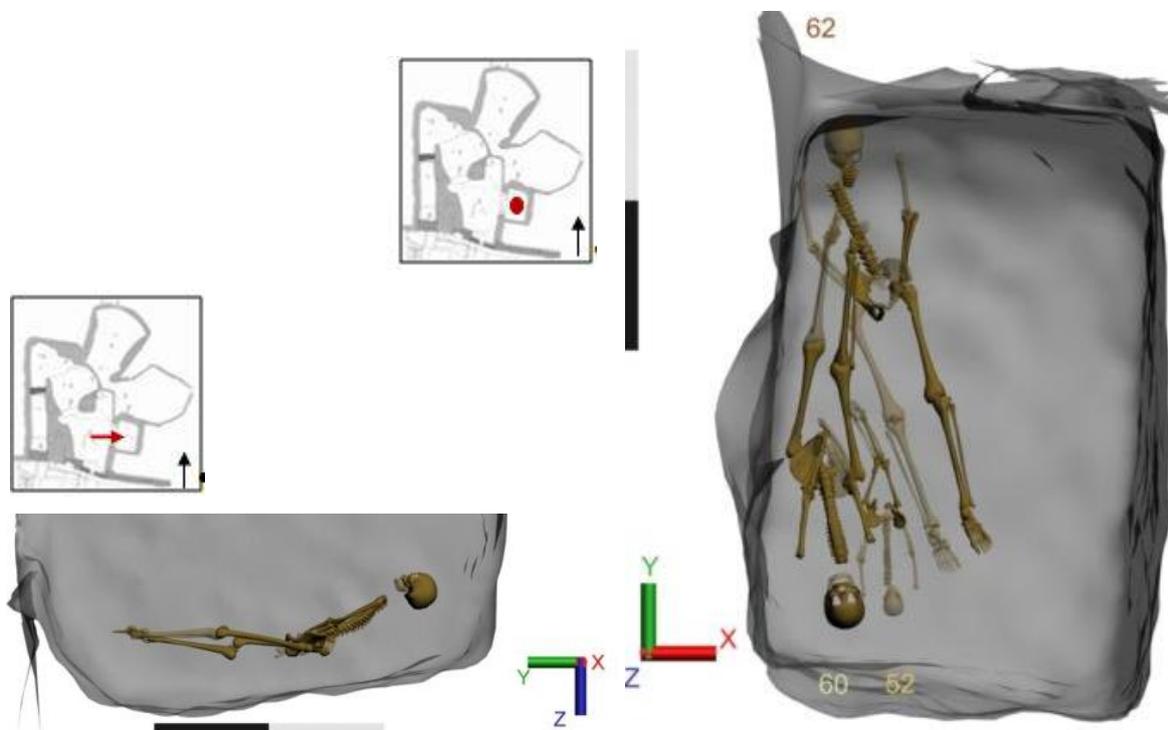


Figure 208 : Vue de la façade ouest de l'individu 60 et vue supérieure de la superposition de l'individu 60 sur les individus 52 et 62.

Nous avons donc choisi de restituer les membres inférieurs en appui sur le plâtre de l'individu 56, qui est situé directement en dessous, c'est pourquoi nous avons opté pour cette hypothèse bien que l'altitude des bras soit supérieure. L'allure globale du corps suivrait ainsi le pendage du fond de la fosse comme les individus sous-jacents (fig. 205).

L'individu 61 est un immature déposé en décubitus, il est orienté sud-nord. Les membres supérieurs sont légèrement fléchis, les membres inférieurs sont en extension. L'allure générale du corps montre que l'individu est déposé selon le pendage des individus sous-jacents et du niveau de sol. Il existe une légère différence d'altitudes entre le fémur droit et gauche. Le sujet 61 est entièrement pris dans du plâtre, du crâne jusqu'à l'extrémité des pieds. (fig. 206)

L'individu 51 est en décubitus, orienté nord-sud. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. La main gauche est en arrière du coxal gauche. Selon les observations de terrain, les deux mains sont en arrière des coxaux. Selon la position de la colonne vertébrale, le crâne du sujet 51 repose contre la paroi nord. L'allure générale du corps est semi-assise, avec le bassin à une altitude inférieure aux pieds, la colonne vertébrale et le crâne redressés en appui sur la paroi nord. Le sujet 51 est sur le sujet 61 qu'il recouvre des pieds jusqu'au bassin. Il est également sur le sujet 52 à hauteur de l'ilium droit. Étant donné qu'il est sur les individus 61 et 52, il est de fait sur les individus 56, 62 (fig. 207).

L'individu 60 est en décubitus et orienté sud-nord. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains sur les coxaux et les genoux resserrés. L'allure générale du corps suit le fond de la fosse avec le crâne et les pieds légèrement surélevés par rapport au bassin. Le sujet 60 est contraint contre la paroi ouest comme le montre la position des iliums et du bras gauche, les fémurs sont également très proches. Aucune trace de plâtre n'a été mise en évidence pour cet individu. L'individu 60 est déposé sur les individus 62 à hauteur de la colonne vertébrale et de l'avant-bras droit, 52 à hauteur de l'ilium gauche. Son tibia droit est sur l'ilium gauche de l'individu 57.

Ce recoupement peut indiquer un dépôt simultané des deux individus ou alors en l'absence d'appareil funéraire, les mouvements du corps sont plus importants durant la décomposition et le poids de la jambe gauche de l'individu 57 juste au niveau du genou a pu faire fléchir l'articulation (fig. 208).

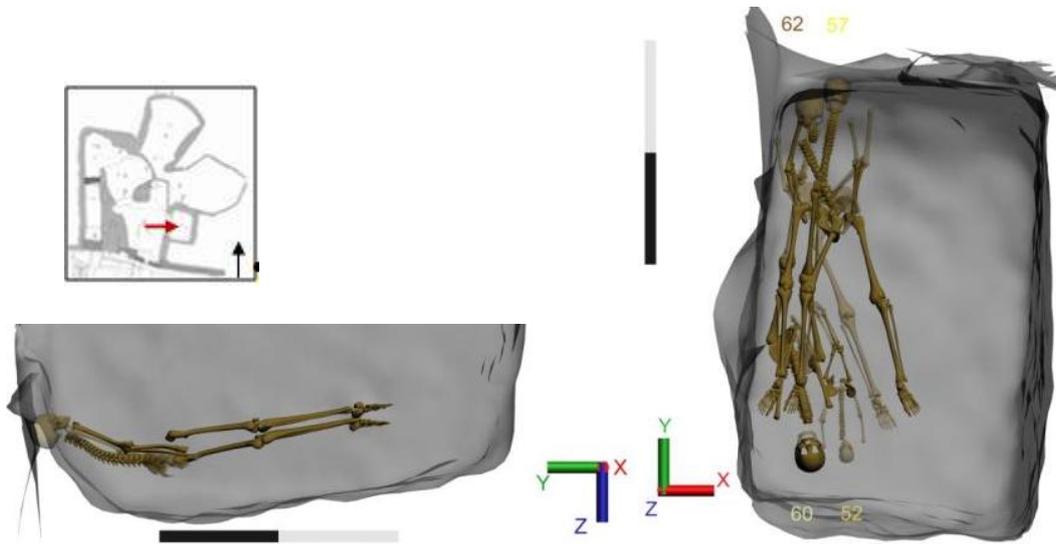


Figure 209 : Vue de la façade ouest de l'individu 57 et vue supérieure de la superposition des individus 57, 62 et 52 et de l'imbrication avec l'individu 60.



Figure 210 : Vue supérieure des individus 53 et 55 et avec leur appareil funéraire.

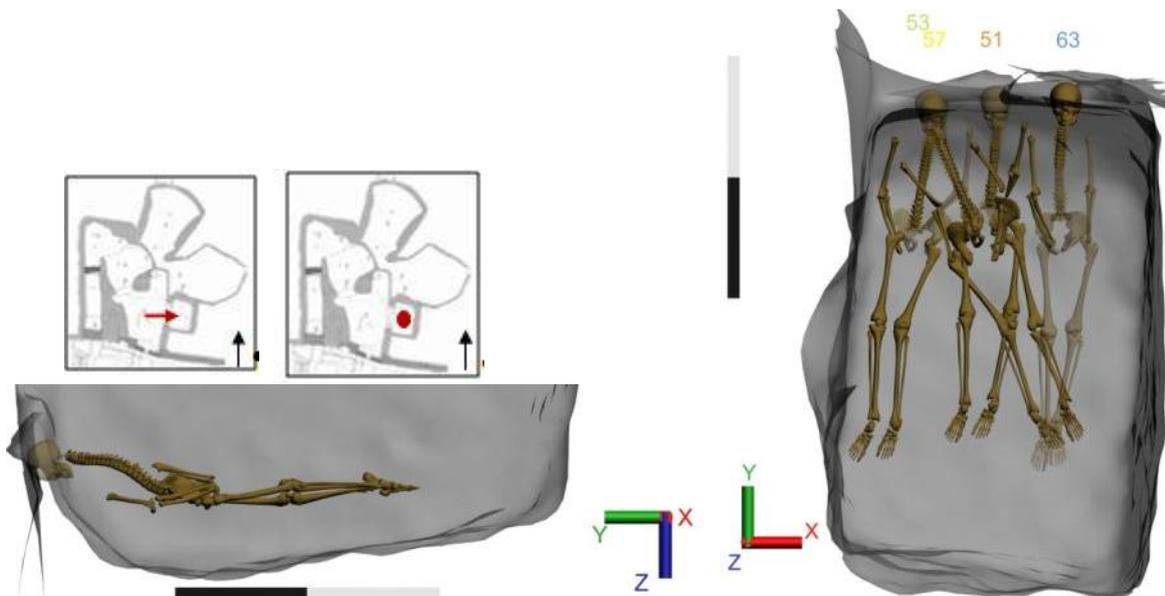


Figure 211 : Vue de la façade ouest de la position de l'individu 53 et vue supérieure des superpositions de l'individu 53 avec 51, 57, 63.

L'individu 57 est en décubitus, le long de la paroi ouest et orienté nord-sud. Les membres supérieurs sont légèrement fléchis, les mains en arrière des coxaux d'après les observations de terrain. Les membres inférieurs sont en extension, les pieds resserrés. Le crâne du sujet 57 repose contre la paroi nord. L'allure globale du corps est en forme de cuvette, le bassin étant à une altitude inférieure au crâne et aux pieds. La forme du corps suit le pendage des individus sous-jacents et du fond de la tombe. L'individu 57 repose sur l'individu 62 qu'il recouvre entièrement et sur l'individu 52 au niveau des pieds. Les sujets 57 et 60 sont par contre imbriqués, tête-bêche, les tibias de 57 passant sur le sujet 60 alors que les tibias de 60 passent sur le sujet 57, ce qui pourrait indiquer une simultanéité des dépôts. De plus, aucun appareil funéraire n'a été mis en évidence pour cet individu (fig. 209).

Étape c : Après le dépôt de ces neuf individus, il est possible d'identifier une troisième étape dans le niveau 3 avec les individus 53 et 55 (fig. 210).

L'individu 53 est déposé en travers de la tombe, selon un axe nord-ouest/sud-est, c'est le premier individu adulte à adopter cette orientation (fig. 211). Il est en procubitus, les membres supérieurs légèrement fléchis, les membres inférieurs en extension. Les mains sont en arrière des coxaux et sont en face palmaire contrairement aux autres individus ou la conservation ne permettait pas ce type d'observation. Les genoux et les pieds sont resserrés. La position des mains en arrière des coxaux alors que l'individu est déposé sur le ventre permet de confirmer la présence d'un appareil funéraire contraignant. Ces éléments ne seraient pas restés en place lors du transport et du dépôt du corps, surtout que l'avant-bras droit est en équilibre sur l'ilium droit. Cette hypothèse est renforcée par la présence de plâtre sur l'individu, des épaules aux pieds. L'allure globale du corps suit le pendage des individus sous-jacents et de la tombe avec le crâne à une altitude supérieure au bassin malgré le dépôt en procubitus. Le haut du corps de l'individu 53 repose sur les individus 57, 51 et 63, le crâne du sujet 53 est sur le crâne du sujet 57, son humérus gauche est sur la colonne vertébrale du 57, et les radius-ulna reposent sur son ilium gauche. Le sujet 53 est sur l'individu 51 à hauteur de la colonne vertébrale, des iliums gauche et droit, des fémurs gauche et droit, du tibia gauche.

Les tibias du sujet 53 reposent sur ceux de l'individu 63. Les pieds ayant glissé dans l'espace libre reposent sur le gril thoracique de l'individu 56.

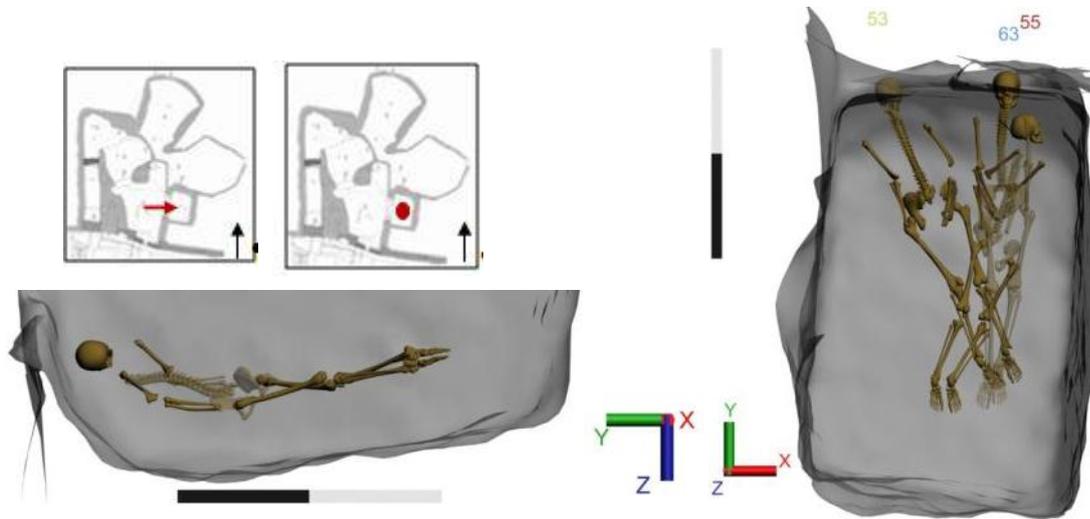


Figure 212 : Vue de la façade ouest de l'individu 55 et vue supérieure des superpositions avec 53 et 63.

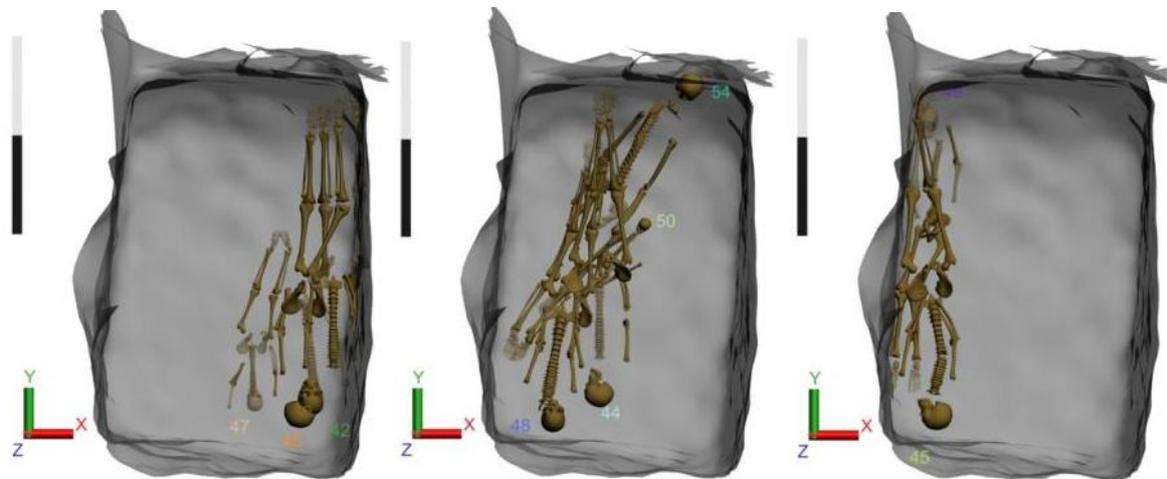


Figure 213 : Vue supérieure des trois groupes de dépôt de la quatrième et dernière étape du niveau 3.

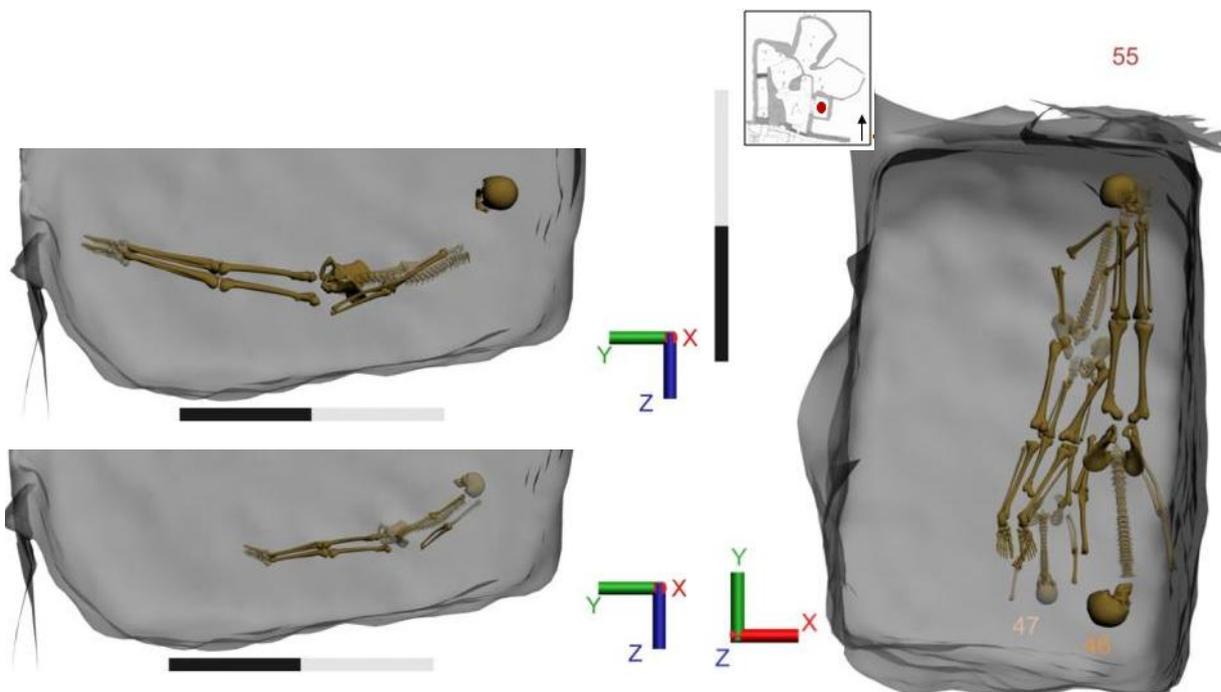


Figure 214 : Vue de la façade ouest de l'individu 46 et 47 et vue supérieure de l'individu 46, 47 sur le 55.

L'individu 55 est déposé en procubitus, orienté nord-sud, les membres supérieurs légèrement fléchis, les membres inférieurs en extension (fig. 212). Le membre supérieur gauche est ramené en arrière avec le fléchissement du coude, le membre supérieur droit est fléchi mais en appui sur la colonne vertébrale. Les mains sont en arrière des coxaux et prennent appui sur la face postérieure des fémurs. Malgré l'appareil funéraire en plâtre l'humérus droit sort du volume du corps, toutefois la contrainte textile ne devait plus exister au moment du lâchage de cette articulation ou être suffisamment souple pour permettre ce mouvement ou bien l'individu a été déposé avec l'appareil funéraire dans cette position, si la décomposition était déjà avancée avant le dépôt ce qui paraît le moins probable pour des raisons sanitaires. Le crâne est surélevé en appui sur les individus antérieurs.

L'allure générale du corps montre un dépôt en cuvette comme les individus précédemment décrits et suit le pendage du niveau de sol. Le sujet 55 repose sur l'individu 53 à hauteur des fémurs et des tibias et sur le bassin et le thorax de l'individu 63.

La suite du niveau s'articule autour du dépôt de trois groupes contenant les individus 47, 46 et 42 pour le premier identifier, 54, 50, 48 et 44 pour le second et enfin 49 et 45, nous les décrirons d'est en ouest pour le moment (Figure 213 213).

Étape d : L'individu 47 est un sujet immature, de la classe des 5-9 déposé en décubitus et orienté sud-nord (fig. 214). Il est en décubitus, les membres supérieurs et inférieurs en extension. La position des mains n'est pas définie par les observations de terrain, toutefois il est possible de les positionner en avant des coxaux dans la logique anatomique des radius-ulna. Les pieds sont resserrés. L'allure globale du corps est semi-assise avec la partie supérieure du corps redressée. L'individu 47 est sur l'individu 55 et repose sur la partie inférieure de celui-ci. Le corps est englobé dans du plâtre des épaules jusqu'aux pieds.

L'individu 46 est appuyé contre la paroi est, il est en décubitus et orienté sud-nord (fig. 214). Le crâne est à une altitude très supérieure à la colonne vertébrale et repose sur le côté gauche. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont en arrière des coxaux, les genoux et les pieds sont resserrés. Les fémurs sont à une distance très faible l'un de l'autre ce qui met en évidence une contrainte liée à la position du corps, la présence proche de la paroi ou encore aux pratiques funéraires. La moitié gauche du corps est à une altitude supérieure à la moitié droite.

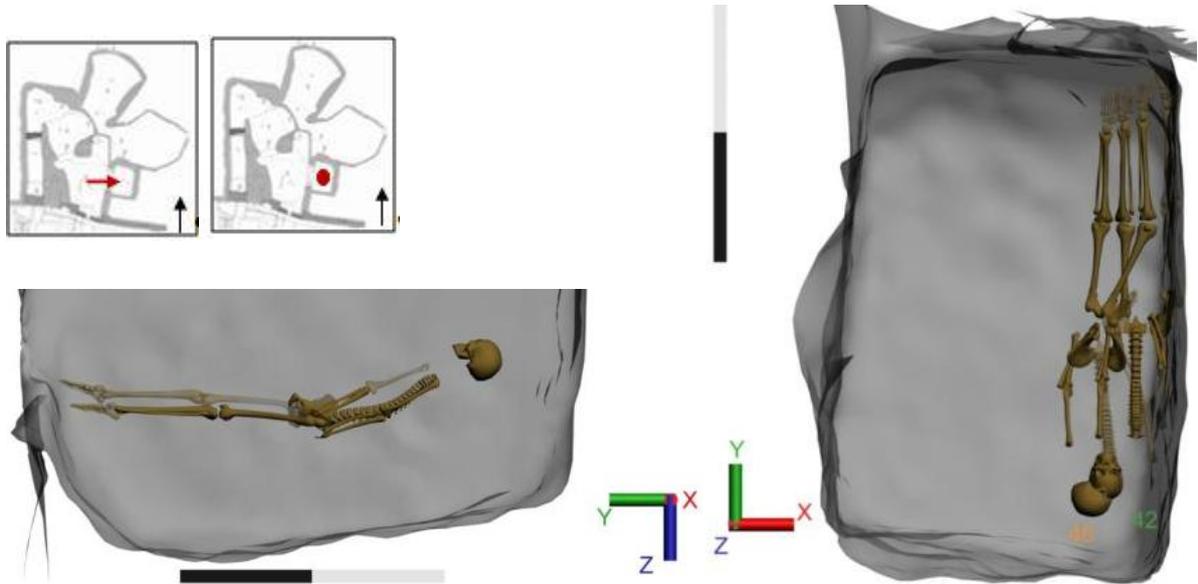


Figure 215 : Vue de la façade ouest de l'individu 42 et vue supérieure de l'individu 42 sur le 46.

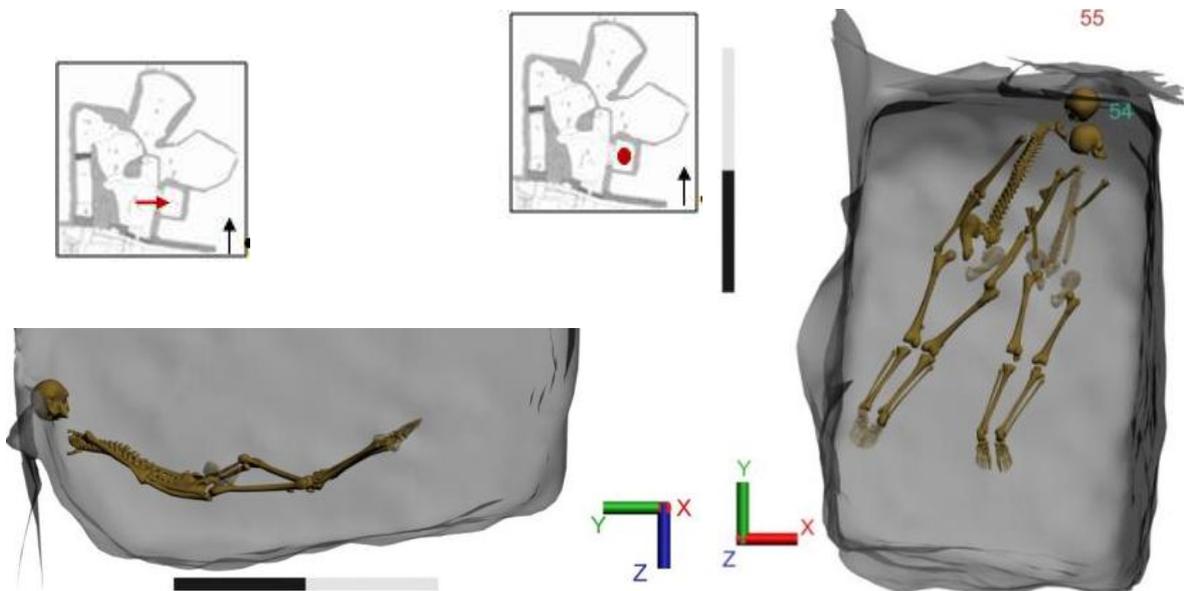


Figure 216 : vue de la façade ouest de l'individu 54 et vue supérieure de l'individu 54 sur l'individu 55.

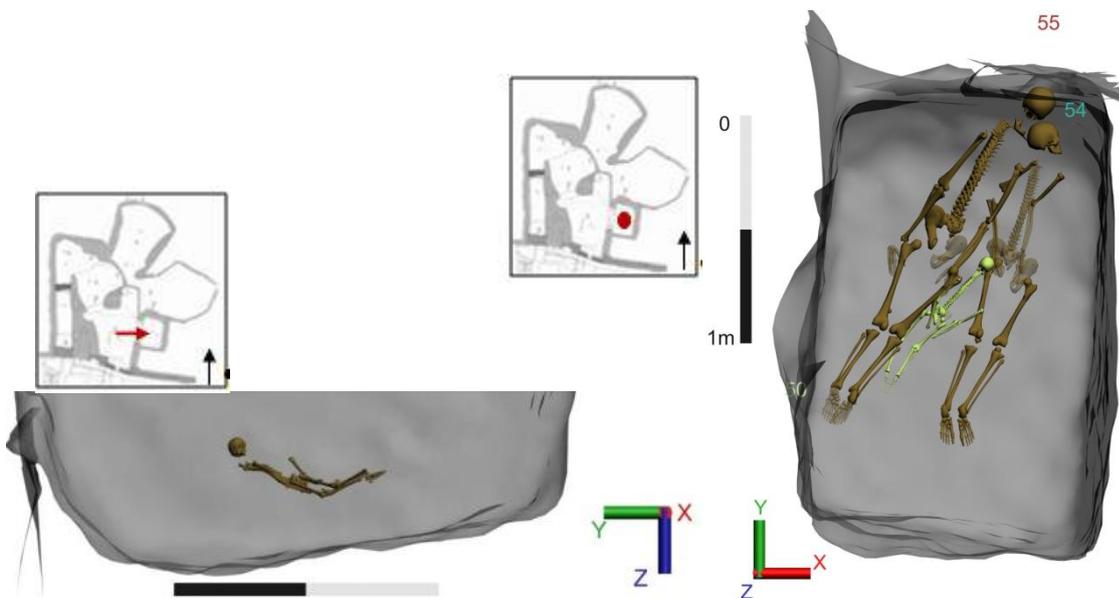


Figure 217 : Vue de la façade ouest de l'individu 50 et vue supérieure de l'individu 50(en vert) sur le 54 et le 55.

L'allure globale du corps est en cuvette, le bassin est à une altitude inférieure au crâne et aux pieds avec un important pendage d'ouest en l'est, du nord vers le sud. Le sujet 46 repose sur la moitié gauche du sujet 55. Seule la moitié supérieure gauche est recouverte de plâtre ainsi que la totalité des membres inférieurs.

L'individu 42 est contre la paroi est, il est en décubitus et orienté sud-nord (fig. 215). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. La position des mains n'est pas connue puisque l'altitude des avant-bras n'est pas connue. D'après l'angle des humérus, la logique anatomique et la place laissée pour celles-ci, les mains pourraient se situer sur la face antérieure des coxaux. Le crâne est surélevé et repose sur celui du sujet 46. Le corps est très contraint contre la paroi comme le montre le resserrement au niveau des genoux et des chevilles, et l'altitude supérieure de la moitié droite du corps sur le gauche.

L'allure générale du corps suit celle des autres individus, avec la position inférieure du bassin, le crâne et les pieds surélevés, avec une légère forme de cuvette. Le plâtre est présent sur la moitié supérieure gauche du corps seulement, bien que ce ne soit pas la seule conservée.

Étape e : L'individu 54 est déposé en procubitus, orienté nord-ouest/sud-est, en diagonale par rapport à la tombe, le crâne dans l'angle nord-est, les pieds dans l'angle sud-ouest (fig. 216). Le crâne est contre la paroi nord de la tombe, surélevé par rapport au reste du corps. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains reposent sur la face postérieure des fémurs. Les genoux et les chevilles sont joints sous l'effet de la contrainte de l'appareil funéraire en plâtre, toutefois, l'enveloppe était suffisamment souple pour permettre l'écartement des fémurs et la déconnexion du bassin lors de la décomposition. L'allure générale du corps montre un effet de cuvette, l'altitude du bassin étant inférieure à celle du crâne et des pieds. Le sujet 54 repose sur l'individu 55 à hauteur du bras gauche de celui-ci et sur les individus des deuxième et troisième étapes de dépôt 51, 53, 55, 57, 58 entre autres. Le corps est entièrement recouvert de plâtre, du haut du thorax jusqu'aux pieds.

L'individu 50 est un sujet immature de la classe des 1-4 déposé en procubitus, orienté nord-ouest/sud-est (fig. 217). Les membres supérieurs sont en extension, pour le membre supérieur droit la main est contre la face postérieure du fémur droit et légèrement fléchis, pour le gauche la main est en avant de l'ilium gauche. Les membres inférieurs sont en extension et les pieds joints. L'allure globale du corps suit celle des individus antérieurs avec le crâne surélevé, le bassin et les tibias en position inférieure avec une flexion inversée des genoux.

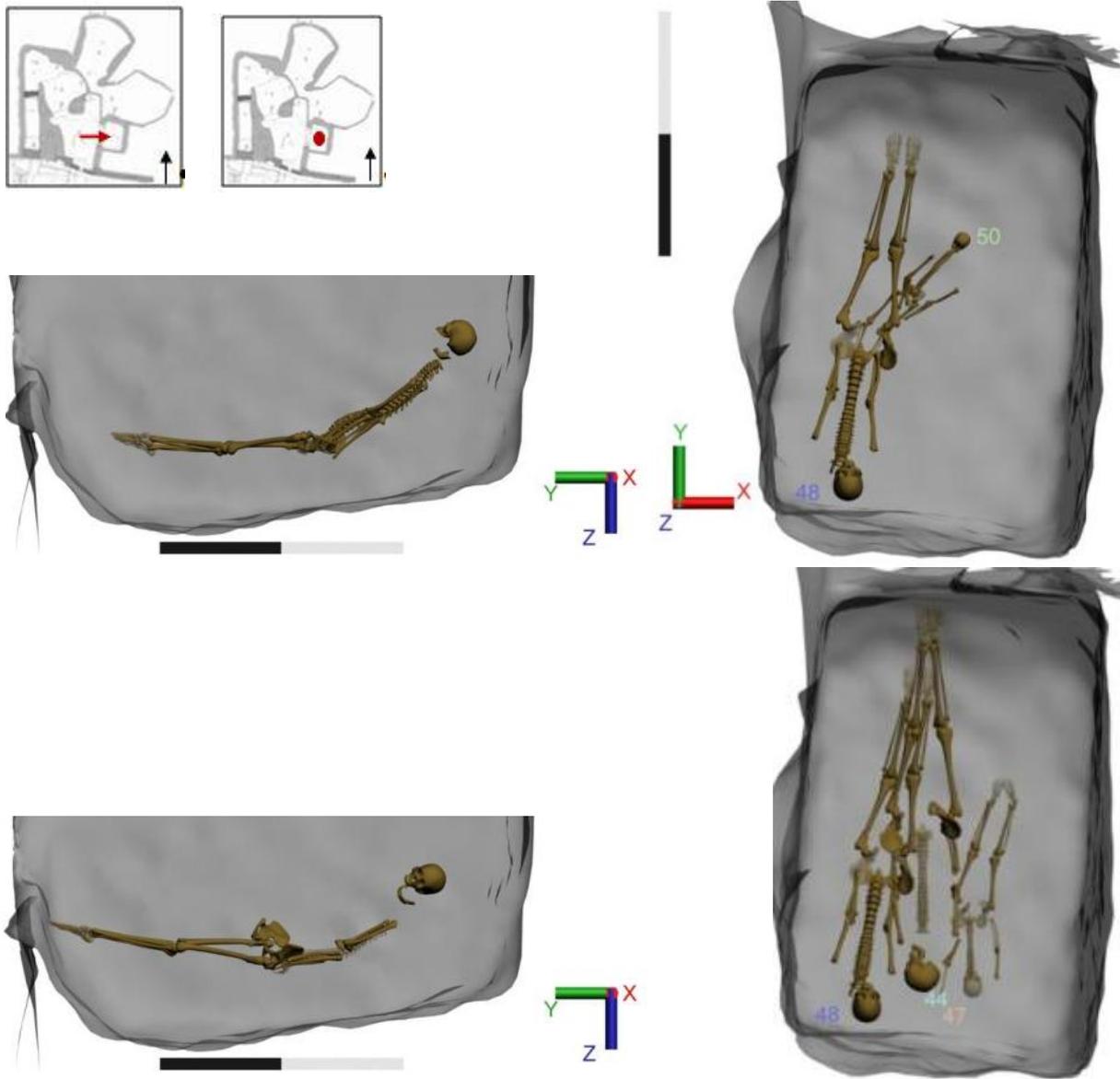


Figure 218 : Vue de la façade ouest de l'individu 48 et vue supérieure de l'individu 48 sur le 50, vue de profil du sujet 47 et vue supérieure de l'individu 44 sur les sujets 47 et 48.

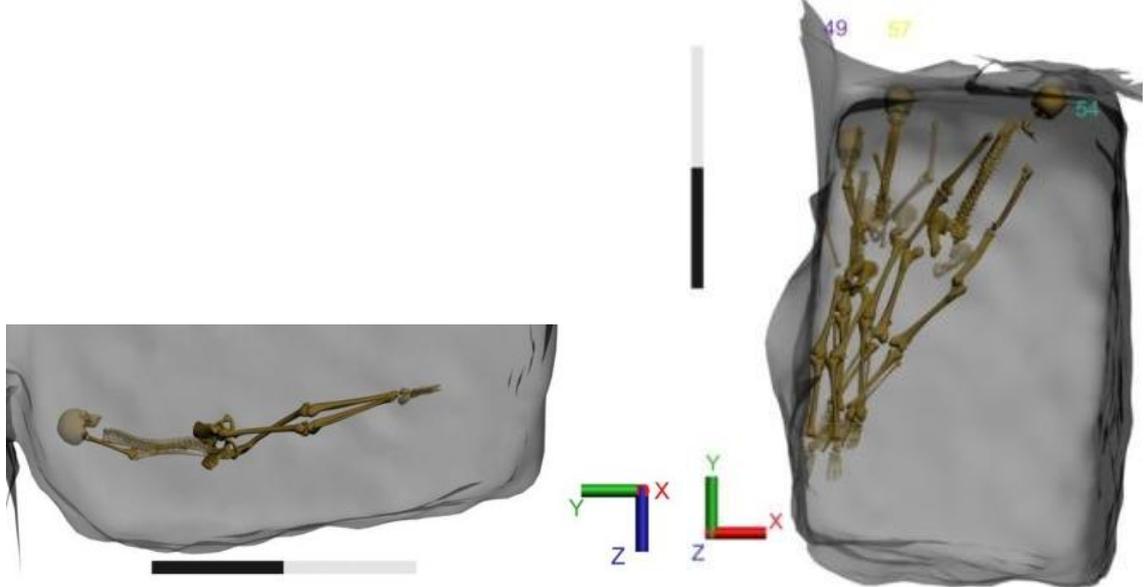


Figure 219 : Vue de la façade ouest de l'individu 49 et vue supérieure de l'individu 49 sur le 54 et le 57.

Le sujet 50 repose sur le membre inférieur droit du sujet 54 et sur le fémur gauche du sujet 55. Le corps est recouvert de plâtre des épaules jusqu'aux pieds.

L'individu 48 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 218). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont sous les coxaux. Les genoux sont resserrés et les chevilles jointes. Le haut du corps est redressé ce qui donne au sujet une allure semi-assise. L'individu 48 est situé sur l'individu 50, à hauteur des fémurs et sur l'individu 54, sur les fémurs et la partie droite du bassin. Le plâtre est présent du milieu du thorax jusqu'aux pieds.

L'individu 44 est en décubitus, orienté sud-nord, les pieds en appui sur la paroi nord (fig. 218). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont en arrière des coxaux, les chevilles sont jointes. Le sujet 44 est semi-assis, la partie haute du corps est redressée, le bassin a une altitude inférieure au reste du corps et les pieds sont légèrement plus hauts que celui-ci.

Le crâne de l'individu 44 a basculé sur la gauche comme l'individu 45, le plâtre ne le recouvre que des épaules jusqu'aux chevilles. On peut alors se poser la question de l'intégration du crâne au sein de l'appareil funéraire.

L'individu 44 repose sur la moitié droite de l'individu 48 et sur l'ilium et le fémur gauche de l'individu 47.

L'individu 49 repose contre la paroi ouest, avec le crâne dans l'angle nord-ouest de la tombe (fig. 219). Il est en décubitus, orienté nord-sud. Les membres supérieurs sont légèrement fléchis avec les mains en arrière des coxaux. Les membres inférieurs sont en extension avec les genoux joints mais les chevilles écartés. Le bassin est contraint par la paroi, les deux coxaux sont donc très proches et le coxal droit est à une altitude supérieure au gauche, comme le fémur droit par rapport au gauche, le sujet est donc déposé en appui sur la paroi et s'est probablement effondrer lors de la décomposition.

L'allure générale du corps montre un léger effet de cuvette avec un pendage des pieds vers le crâne donc du sud vers le nord. L'individu 49 repose en grande partie sur l'individu 57 à hauteur du haut du thorax jusqu'aux pieds. L'individu 49 est également sur la partie distale du tibia droit et les pieds de l'individu 54. Le plâtre est présent sur la moitié gauche du corps, du coude au genou environ.

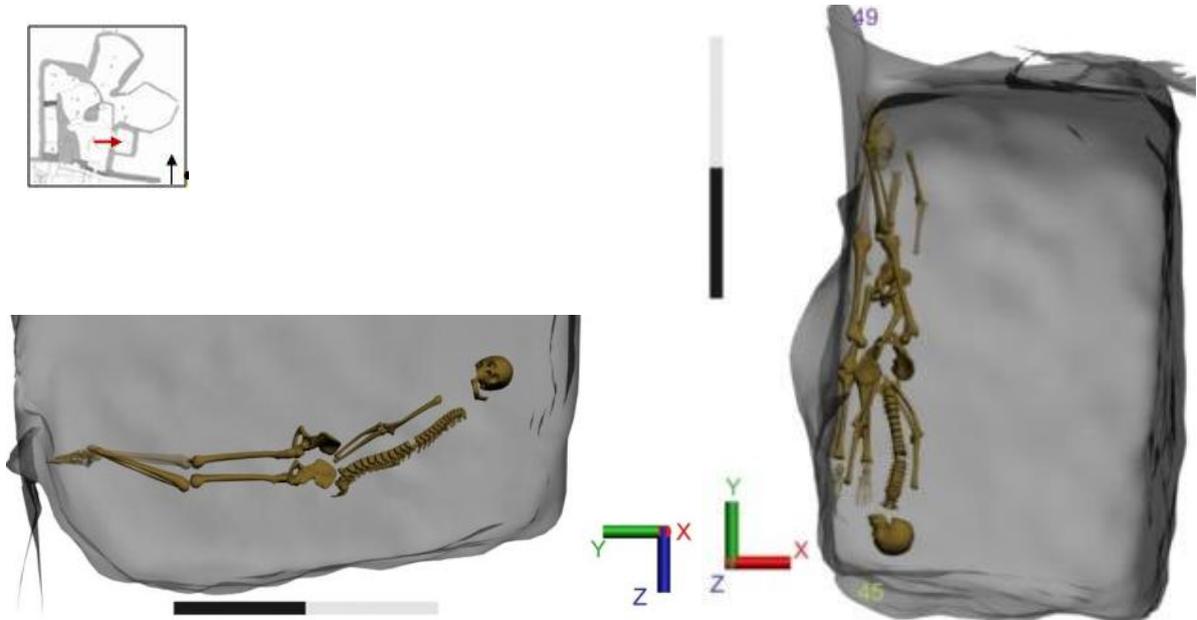


Figure 220 : Vue de la façade ouest de l'individu 45 et vue supérieure de l'individu 45 sur le 49.

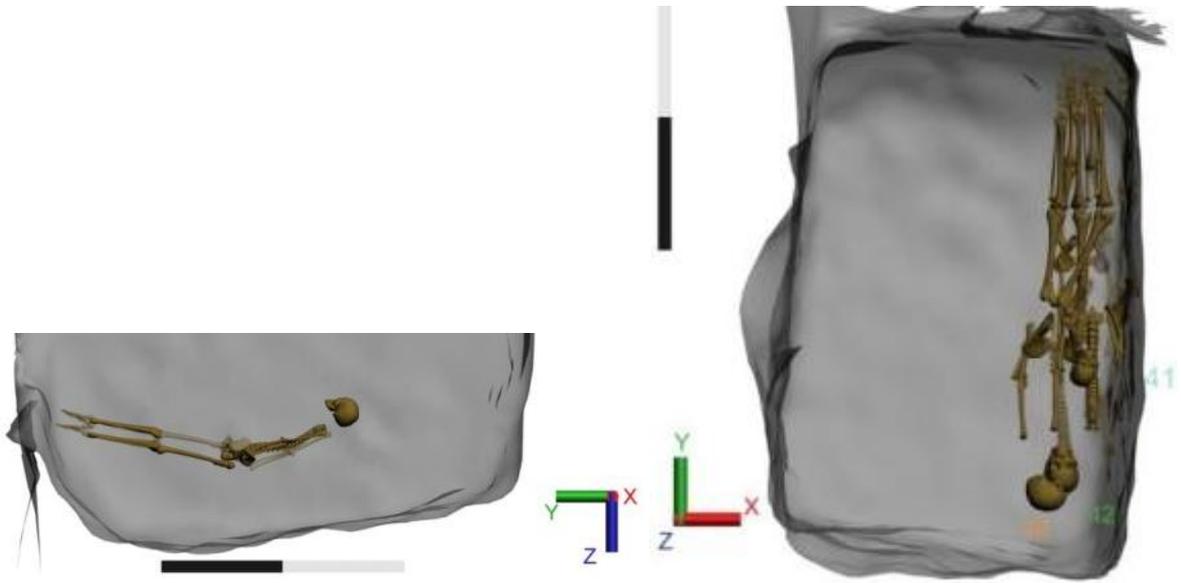


Figure 221 : Vue de la façade ouest de l'individu 41 et vue supérieure de l'individu 41 sur le 42 et le 46.



Figure 222 : Niveau 3, étape a.

L'individu 45 est en décubitus, orienté sud-nord, le crâne dans l'angle nord-est de la tombe (fig. 220). Les membres supérieurs sont légèrement fléchis, les membres inférieurs en extension. Les mains passent en arrière des coxaux. Les chevilles sont jointes. La position du corps est légèrement latérale droite, le côté gauche est contraint par la paroi et a une altitude supérieure à celle du côté droit. L'individu 45 est tête-bêche et repose sur l'individu 49 du crâne aux pieds. Le sujet 45 est recouvert de plâtre des épaules aux genoux avec des empreintes de tissu sur le fémur gauche et l'hémi-thorax gauche.

L'individu 41 est en décubitus, légèrement en appui sur la paroi est (fig. 221). Il est orienté nord-sud. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains en arrière des coxaux, les genoux et les chevilles resserrés. L'allure du corps montre un effet de cuvette, l'altitude du bassin étant inférieure à celle du crâne et des pieds en accord avec le pendage des individus postérieurs et le pendage du fond de la tombe. L'individu 41 repose sur l'individu 56 et sous les individus 46 et 42. Le sujet est recouvert de plâtre sur toute la moitié gauche du corps. La position de ce sujet au sein d'une phase n'avait pas pu être déterminée lors de l'établissement du diagramme stratigraphique. Cependant, grâce à la scène numérique, il a été possible d'appréhender que celui-ci s'intégrait dans le niveau 3, dans l'étape b en fonction des superpositions mais était également inclus dans l'unité stratigraphique 522.

Pour la logique des dépôts de ce niveau 3, il n'est pas possible de déterminer entre les trois premiers individus lequel a été déposé le premier puisqu'il n'y a aucun contact entre les différents individus. L'entrée étant située à l'ouest, la logique voudrait que l'individu 56 ait été déposé en premier, suivi par les individus 62 et enfin 52. L'espace de circulation au sud est maintenu et un espace est laissé libre devant l'entrée à l'ouest (fig. 222).

La deuxième étape des dépôts concernent les individus 41, 58, 61, 60. Il n'est pas possible de déterminer entre les individus 41, 58, 61 et 60 lequel a été déposé le premier car il n'existe aucun contact entre ses individus. Toutefois le sujet 41, étant le plus à l'est et reposant directement sur l'individu 56, on peut supposer que cette deuxième étape dans le dépôt a débuté par ce sujet puis par l'individu 58, puis le 61 et enfin le 60 qui se situe contre la paroi ouest (fig. 223).

Après le dépôt de ces individus, il y a toujours un espace de circulation disponible au sud, et les deux angles sud (ouest et est) de la tombe sont également laissés libres.

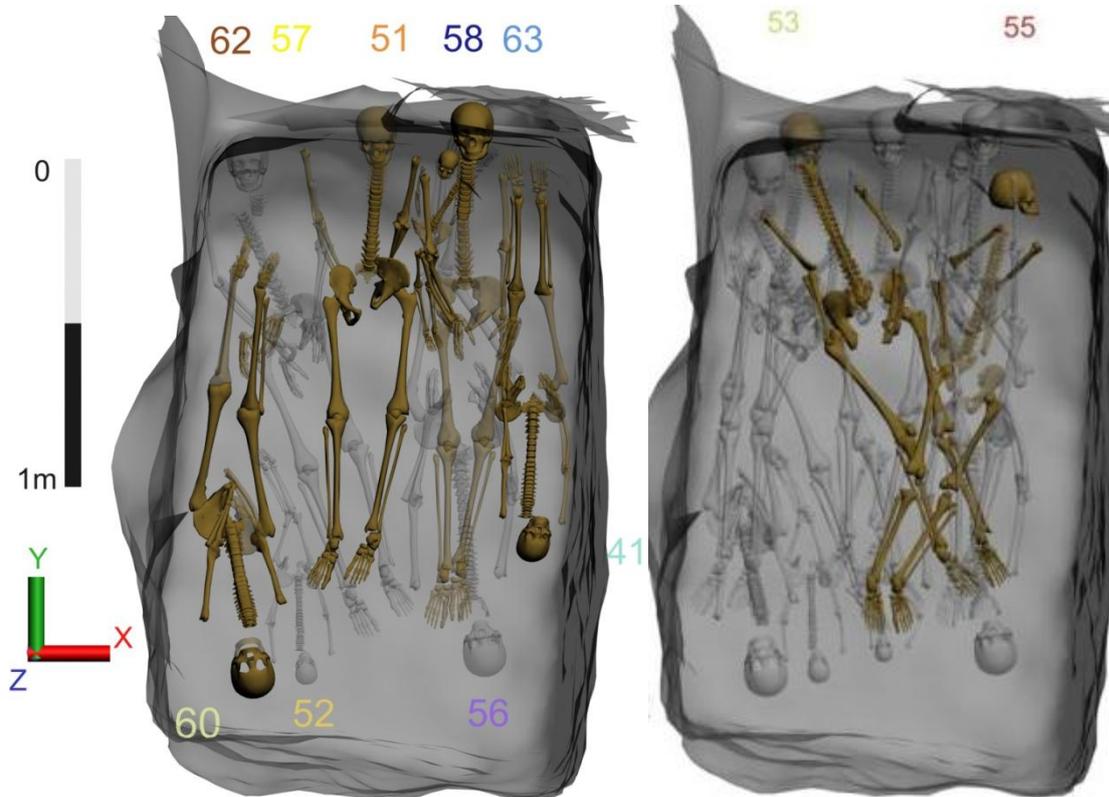


Figure 223 : Niveau 3, étape b et c.

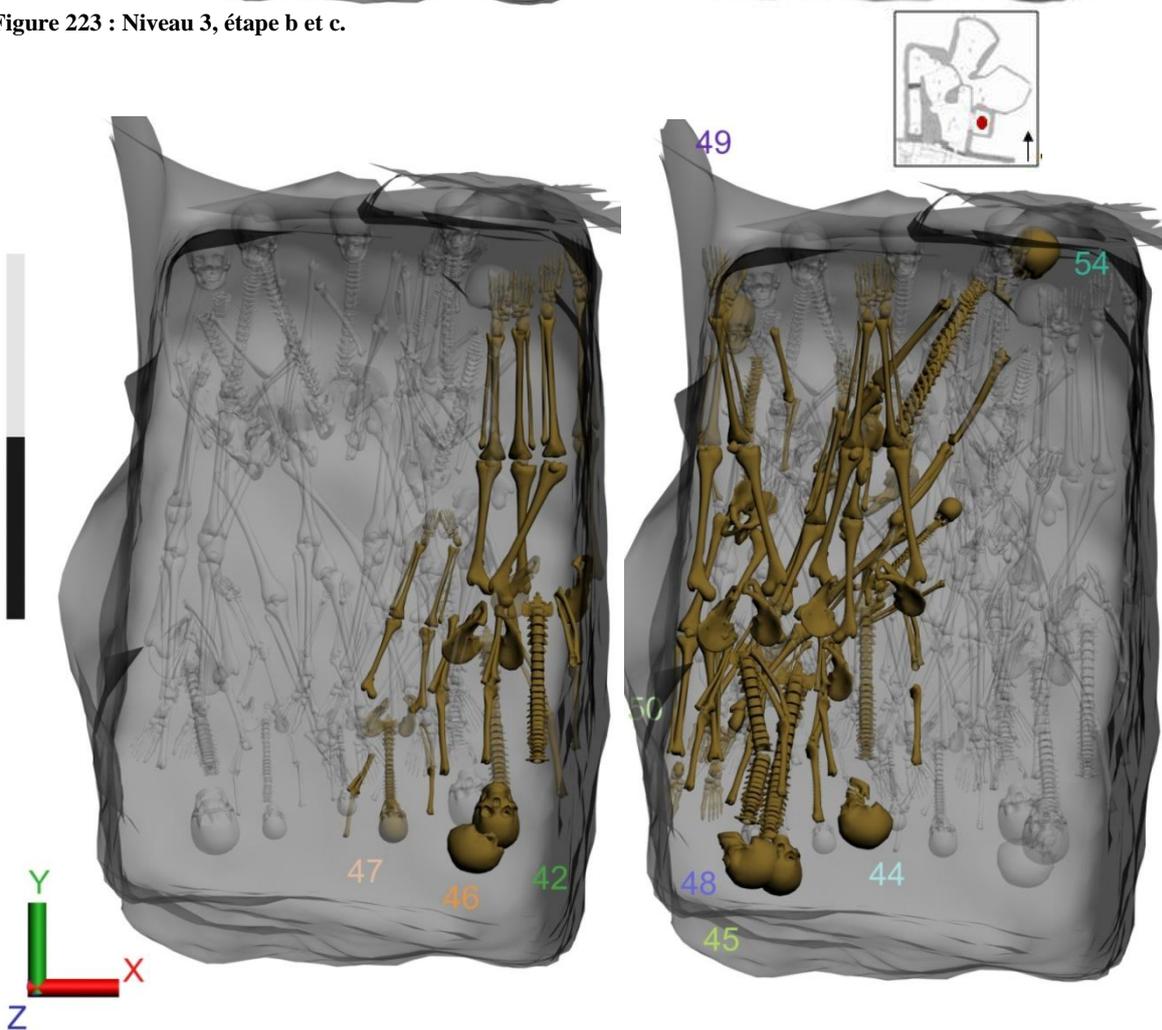


Figure 224 : Niveau 3, étape d et e.

Les individus 63, 51 et 57 sont ensuite déposés. Les trois individus sont à côté les uns des autres, en décubitus et orientés nord-sud. L'individu 63 n'est pas en contact avec le 51 ou le 57, il n'est donc pas possible de déterminer s'il leur est postérieur ou antérieur.

Cependant, si l'on poursuit la logique des dépôts le sujet 63 devrait être le premier de cette troisième étape suivi par le 51 puis le 57 dont l'altitude des bras, notamment le droit est supérieur à celle de l'individu 51. Les espaces de circulation au sud et à l'est de la tombe sont toujours libres à cette étape des dépôts (fig. 223).

Une troisième étape voit le dépôt des individus 53 puis 55. L'individu 53 repose sur le ventre en travers des sujets 63, 51, 57, il leur est donc postérieur.

L'individu 55 repose quant à lui directement sur l'individu 53 mais également sur les individus 63 et 41. Il est donc postérieur à l'individu 53.

Enfin la quatrième étape de ce niveau, s'organise comme suit avec le dépôt successif de trois individus. Dans le premier groupe, le sujet 47 est le premier déposé sur le sujet 55 et ainsi sur les sujets 53, 63, 41, 58. Il leur est donc postérieur, viennent ensuite les individus 46 et 42. L'individu 46 est sur l'individu 47 et sur les individus 41 et 63. L'individu 42 est sur l'individu 46 (fig. 224).

L'individu 54 est le premier déposé de la cinquième et dernière étape. Il est sur l'individu 55 et donc sur ceux qui lui sont antérieurs. Vient ensuite l'individu 50 sur la jambe droite du 54, sous l'individu 48 et enfin est déposé en dernier pour ce groupe l'individu 44.

L'individu 44 repose en partie sur l'individu 47, il lui est donc postérieur, et comme il est le dernier déposé de ce groupe, l'ensemble du groupe peut être considéré comme postérieur au premier et il est, de surcroît, plus à l'ouest que celui-ci.

Le sujet 49 est déposé sur l'individu 54 ce qui permet de le situer postérieurement aux sujets 54, 50, 44 et à l'individu 45 situé sur le 49. Ce second groupe est le plus à l'ouest et vraisemblablement, l'individu 45 vient clôturer un nouveau niveau de dépôt en étant placé comme le 49 contre la paroi ouest gênant l'accès à l'angle sud-ouest et donc à l'espace de circulation sud.

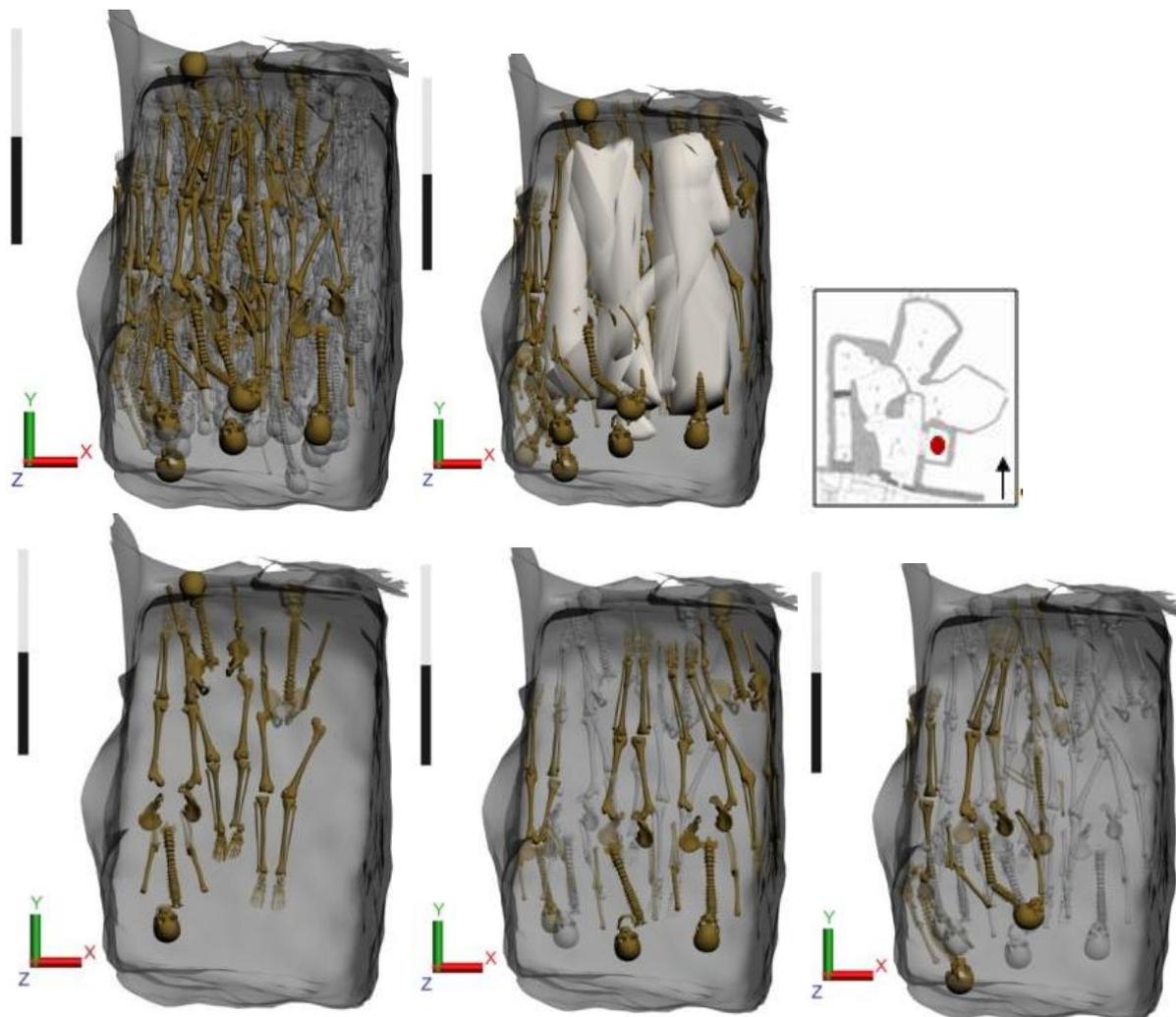


Figure 225 : Vue supérieure du niveau 4, de l'ensemble des individus avec leur appareil funéraire respectif et les trois temps de dépôts identifiés au sein de celui-ci.

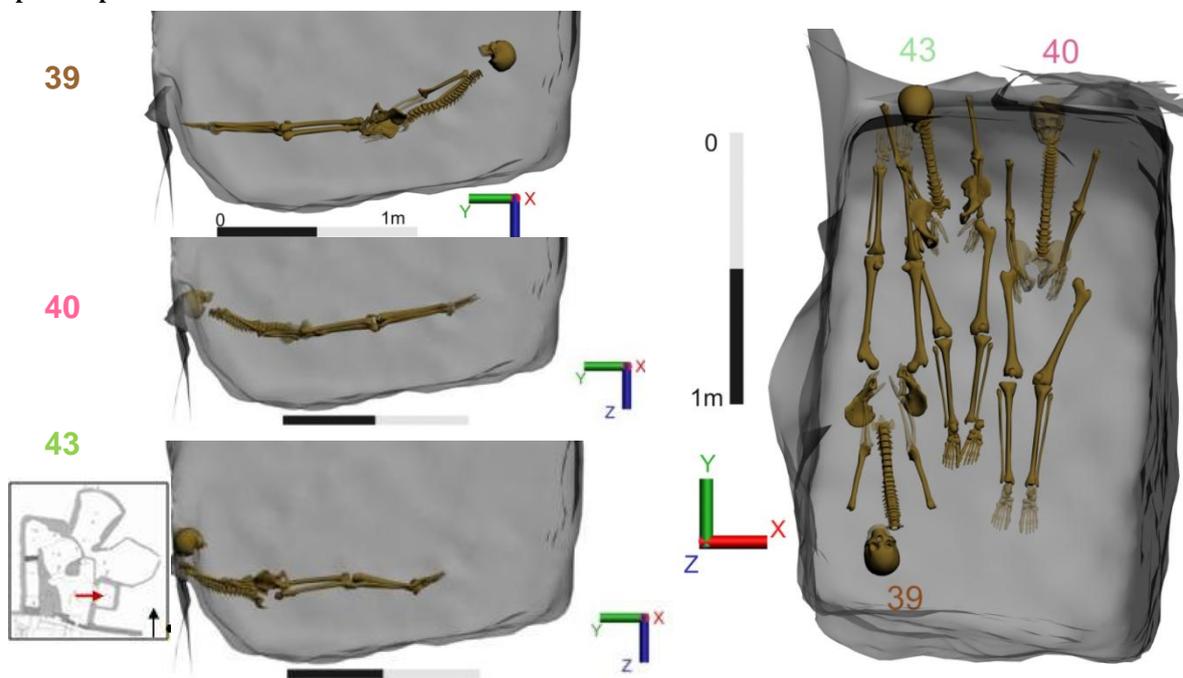


Figure 226 : Vue de la façade ouest de l'individu 40, 43 et 39, vue supérieure des trois sujets.

Une nouvelle passe de sédiment, l'unité stratigraphique 472, vient sceller ce troisième niveau de dépôt, particulièrement complexe au vue des recouvrements et du nombre important d'individus.

Niveau 4

Au sein du niveau 4, le nombre d'individus est de onze, répartis en 3 étapes distinctes (fig. 225). Tout d'abord les individus 40, 43 et 39, puis les individus 38, 37 et 34 et enfin les individus 31, 30 et 36. Deux individus, 32 et 33 ont été réattribués à ce niveau *a posteriori*.

Étape a : L'individu 40 est en décubitus, orienté nord-sud, le crâne contre la paroi nord (fig.226). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains sont sur la face postérieure des coxaux, les genoux sont resserrés et les chevilles jointes. L'allure globale du squelette suit le même pendage que les individus précédemment décrits celui du sol de la tombe du nord au sud. Le sujet 40 repose sur l'unité stratigraphique 472. Du plâtre recouvre le sujet 40 du dessous des épaules jusqu'aux pieds qu'il englobe.

L'individu 43 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 226). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension, les mains en arrière des coxaux. Les chevilles sont resserrées. Le haut du corps est redressé, le crâne en appui contre la paroi nord. L'allure globale du corps suit le pendage du fond de la tombe, du nord vers le sud. L'individu 43 repose sur l'unité stratigraphique 472. L'individu 43 est déposé à proximité de l'individu 40 même s'ils ne se recourent pas. Le sujet 43 est recouvert de plâtre du milieu du thorax jusqu'aux pieds compris pour ce qui est conservé.

L'individu 39 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 226). Les membres supérieurs et inférieurs en extension. Les mains sont d'après les observations de terrain sous les coxaux. Les chevilles sont resserrées. La moitié du corps et le crâne sont surélevés, le bassin et les pieds sont dans le même axe. Le pendage du corps suit celui du fond de fosse. Les pieds de l'individu 39 reposent sur la paroi nord. Le membre inférieur de l'individu 39 passe sur le bras droit de l'individu 43. L'individu 39 est également recouvert de plâtre des épaules jusqu'aux chevilles.

La seconde étape pour le dépôt du niveau 4 concerne les individus 38, 34 et 37.

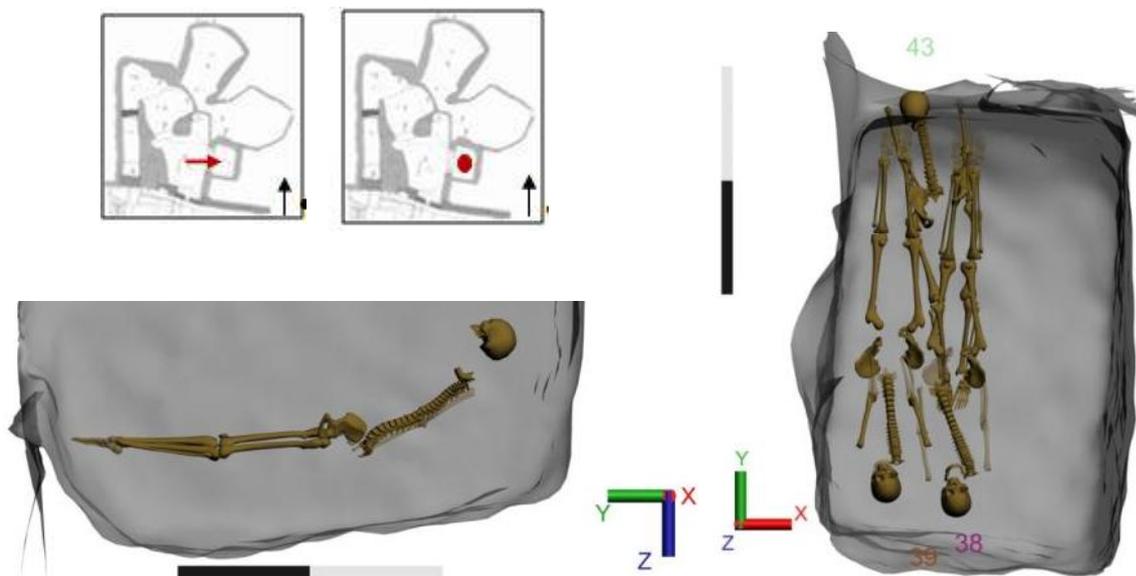


Figure 227 : Vue de la façade ouest de l'individu 38 et vue supérieure de l'individu 38 sur le 39 et le 43.

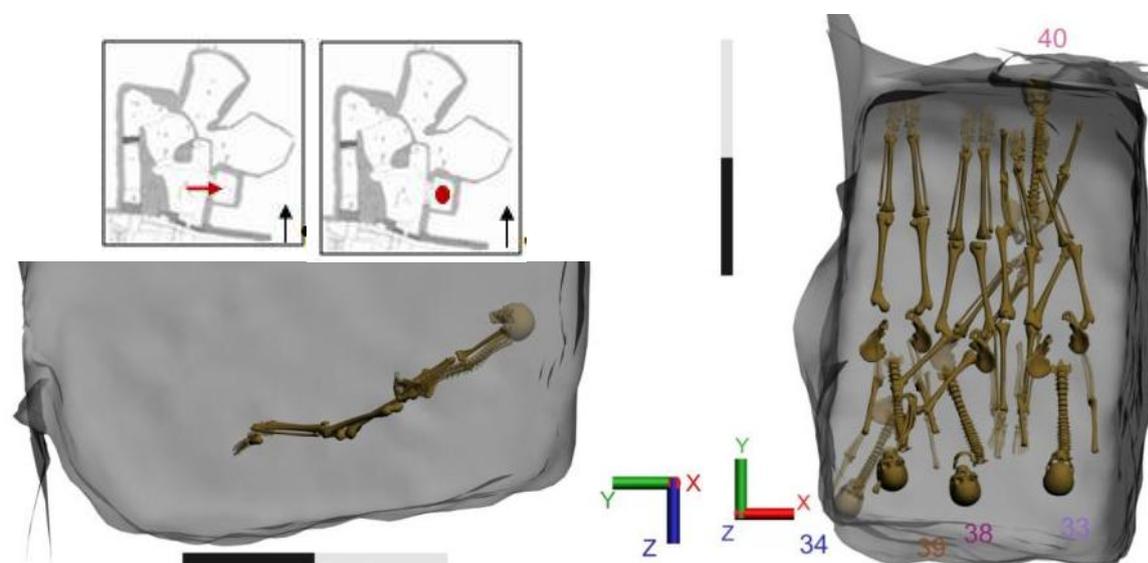


Figure 228 : Vue de la façade ouest de l'individu 34 et vue supérieure de l'individu 34 sur le 39, 38, 33 et 40.

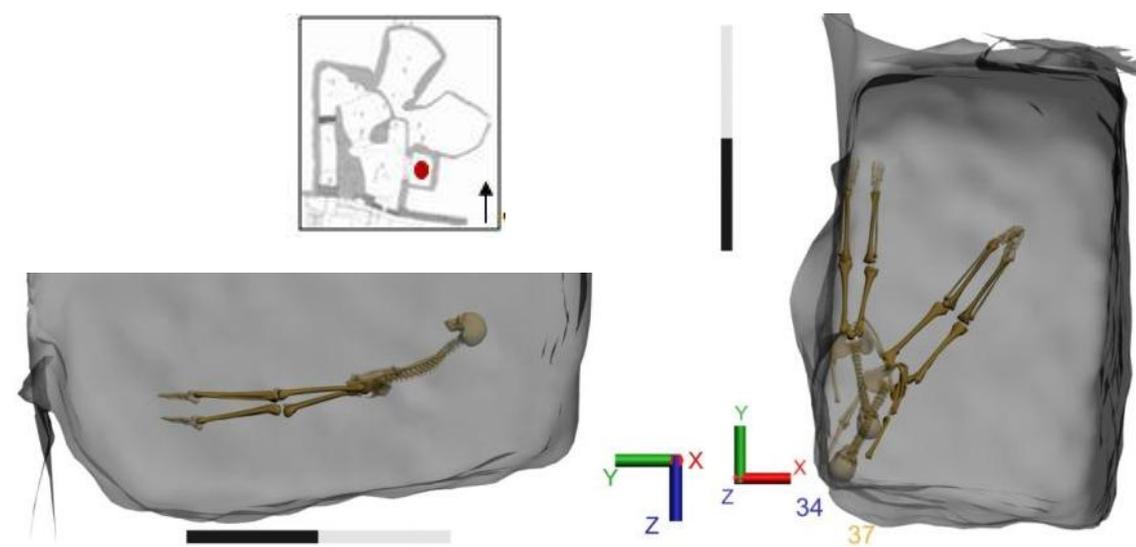


Figure 229 : Vue de la façade ouest de l'individu 37 et vue supérieure de l'individu 37 sur le 34.

Étape b : L'individu 38 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 227). Les membres supérieurs et les membres inférieurs sont en extension. Les mains sont sous les coxaux, les genoux sont joints tout comme les chevilles.

La jambe gauche est à une altitude légèrement supérieure à la droite, toutefois l'allure générale du corps montre que les pieds et le bassin sont alignés, le haut du corps et le crâne sont un peu verticalisés. L'individu 38 repose sur les individus 39 et 43. Le sujet 38 est sur la partie gauche du corps du sujet 39 et est également sur son tibia droit. Le membre supérieur de l'individu 38 passe vraisemblablement sur celui de l'individu 43. Le plâtre englobe le sujet 38 des épaules jusqu'aux pieds inclus.

L'individu 34 est en décubitus, il est dans la diagonale de la tombe, soit orienté sud-ouest/nord-est, le crâne est dans l'angle sud-ouest (fig. 228). Les membres supérieurs présentent une position très contractée au niveau des épaules, les mains passent sous les coxaux. Les membres inférieurs sont également contraints avec les genoux et les chevilles resserrés, de plus les genoux sont en flexion inversée. L'allure globale du corps de l'individu 34 suit celle des autres individus du même niveau et celle du pendage du sol de la tombe.

L'individu 34 est sur l'individu 39 au milieu de la colonne vertébrale et des bras, puis sur l'individu 38 à hauteur du bassin, enfin ses pieds reposent sur les individus 33 et 40 au niveau des membres inférieurs. Le plâtre le recouvre des épaules jusqu'aux chevilles.

L'individu 37 est en décubitus, orienté sud-nord. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension (fig. 229). Les mains de l'individu 37 apparaissent vraisemblablement au-dessus des coxaux puisque l'altitude des radius-ulna est supérieure à celle de l'ilium.

L'individu est en appui contre la paroi ouest, la jambe gauche contre la paroi est à une altitude supérieure à la droite. L'allure globale du corps donne une position semi-allongée, les pieds, le bassin et le crâne suivant le pendage qui correspond à celui du sol.

Le sujet 37 est sur le sujet 34 dont il recouvre la partie gauche du corps. Le plâtre est présent en moindre quantité sur l'individu 37, seule une zone a été identifiée sur le milieu droit du corps de l'humérus au fémur.

La troisième étape voit le dépôt des individus 31, 30 et 36.

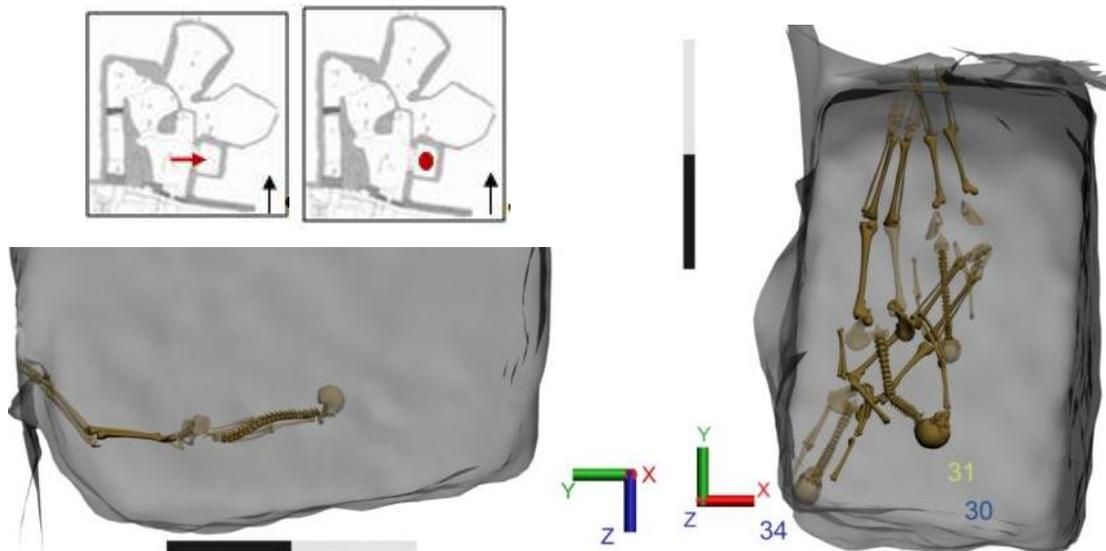


Figure 230 : Vue de la façade ouest de l'individu 31 et vue supérieure de l'individu 31 sur le 34 et juxtaposé à l'individu 30.

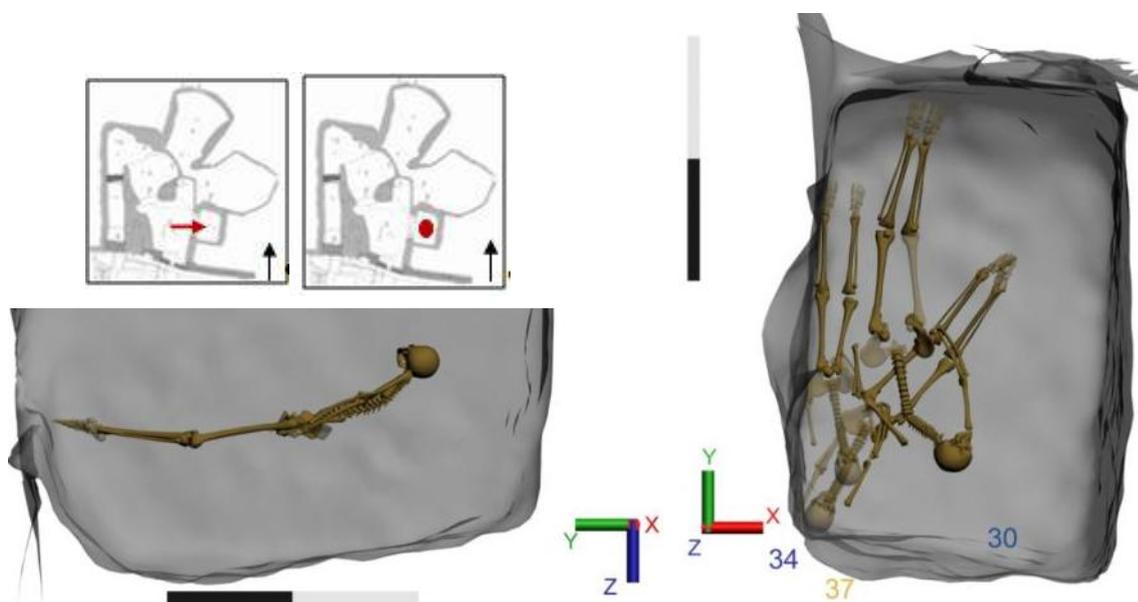


Figure 231 : Vue de la façade ouest de l'individu 30 et vue supérieure de l'individu 30 sur le 34 et le 37.

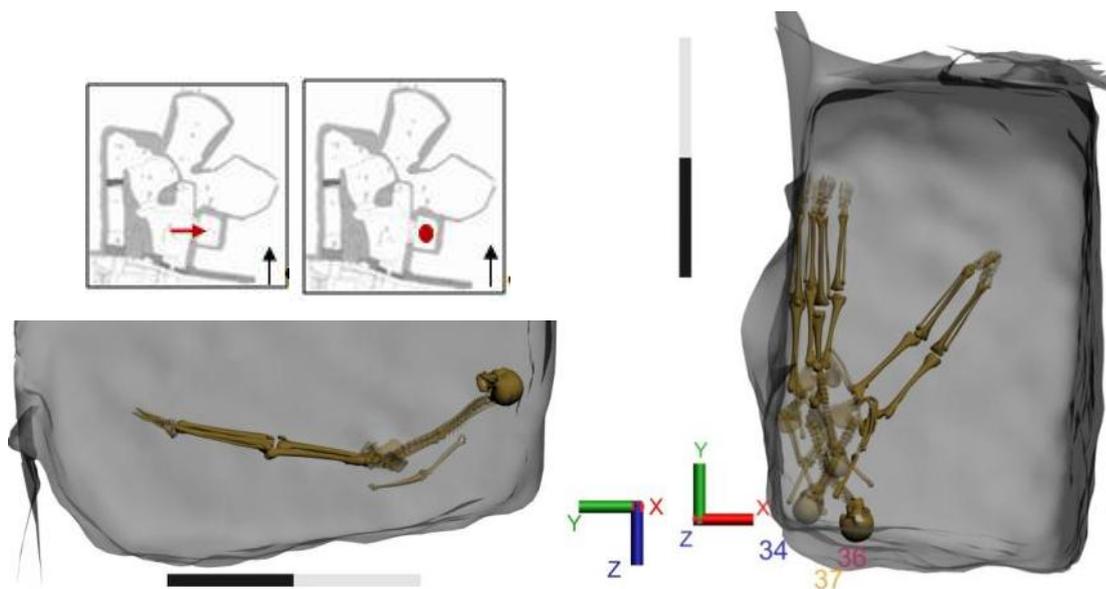


Figure 232 : Vue de la façade ouest de l'individu 36 et vue supérieure de l'individu 36 sur le 34 et le 37.

Étape c : L'individu 31 est un sujet immature, de la classe des 10-19 orienté sud-nord, en procubitus (fig. 230). Les membres supérieurs sont perturbés, les radius-ulna droits apparaissent perpendiculaire à la colonne vertébrale, l'humérus droit est contre la colonne vertébrale. La position du bras gauche n'est pas connue. De même, il est difficile de déterminer la position des membres inférieurs de cet individu puisqu'il est recoupé à hauteur des fémurs par le même creusement que l'individu 30. Avec l'ouverture du bassin lors de la décomposition, les fémurs ont basculé et apparaissent en vue antéro-latérale contrairement aux iliums et à la colonne vertébrale qui sont en face postérieure. Les tibias et les pieds devaient être particulièrement verticalisés contre la paroi nord si les membres inférieurs de l'individu 31 étaient dans le prolongement des fémurs et non pas fléchis. Au vue des différents mouvements du squelette, il apparaît que ce sujet ne possédait pas d'appareil funéraire qui le contraignait comme l'individu 64 appartenant à la même classe d'âge 10-19 ans et contrairement aux immatures 80, 71, 61, 50 qui font partis des 5-9 ans. L'individu 31 est à côté de l'individu 30 à une altitude inférieure, ce qui pourrait nous laisser penser qu'il a été déposé avant celui-ci et sur les tibias de l'individu 34.

L'individu 30 est en décubitus, orienté sud-nord. Les membres supérieurs et inférieurs sont fléchis (fig. 231). Les mains sont en arrière des coxaux. Les genoux sont resserrés, les chevilles sont jointes. Le haut du corps présente une attitude différente des autres individus jusqu'ici étudiés, en effet les bras sont écartés du corps et la colonne vertébrale présente une dislocation au milieu des thoraciques. Toutefois, du plâtre a été observé sur le fémur droit et les radius-ulna droits. La présence d'un appareil funéraire contraignant recouvrant le corps est incertaine au vu de la position des bras et du mouvement de la colonne vertébrale ou celui-ci devait être extrêmement lâche mais les patellas sont en place ce qui indique une décomposition dans un environnement contraint empêchant toute perturbation. Le crâne est à une altitude très supérieure au bassin et les genoux sont en légère hyperflexion. L'allure globale du corps suit le pendage du sud au nord comme le fond de la tombe. Le sujet 30 a son coude gauche sur le coude droit de l'individu 37, il est également sur l'individu 34 à hauteur des membres inférieurs. Cet individu a été recoupé au niveau distal des tibias-fibulas par le creusement entre la tombe 16 et la tombe X84. Il s'agit des premiers squelettes concernés par cette altération.

L'individu 36 est en décubitus avec une légère composante latérale droite, il s'agit d'un sujet immature de la classe des 1-9 (fig. 232).

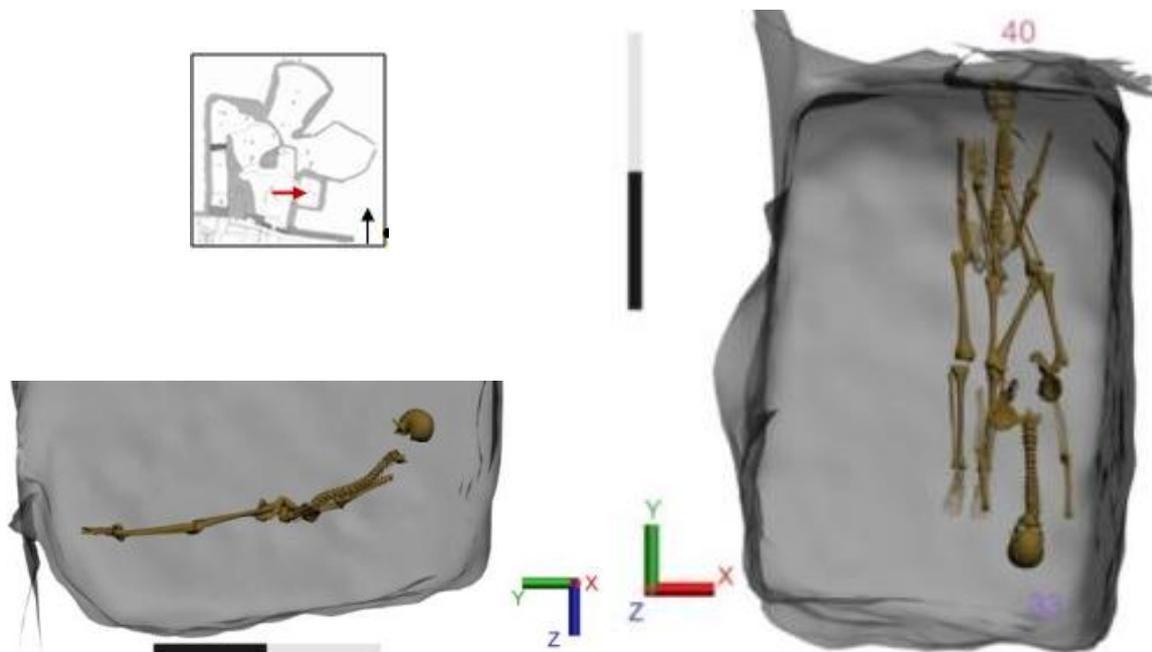


Figure 233 : Vue de la façade ouest de l'individu 33 et vue supérieure de l'individu 33 sur l'individu 40.

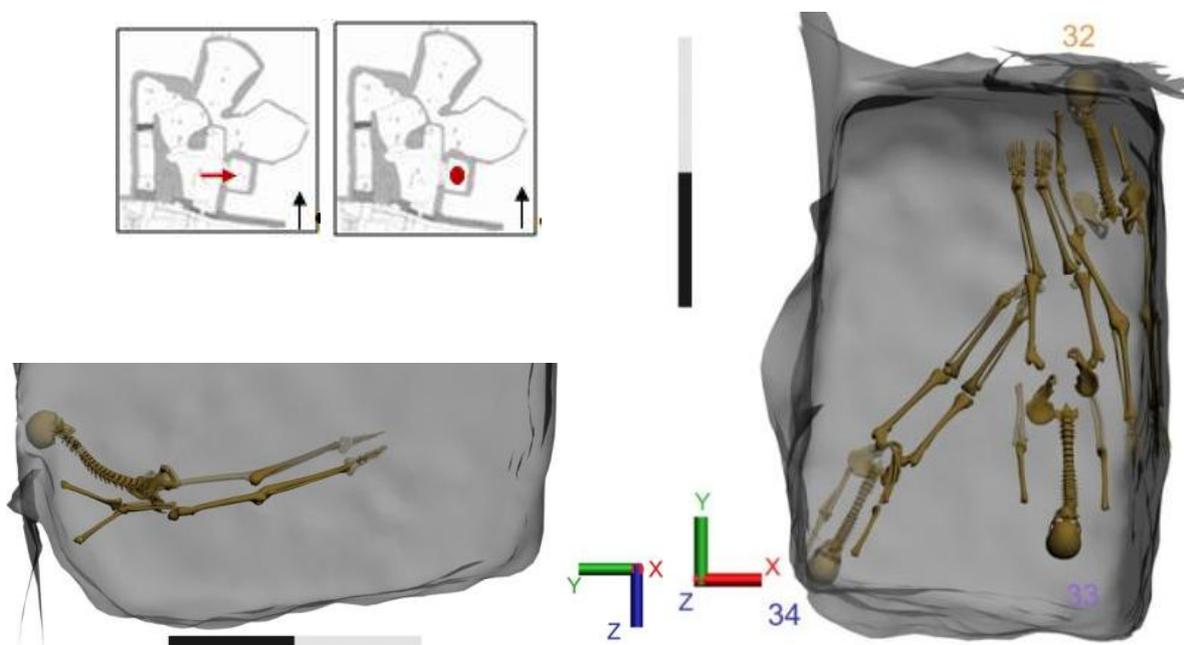


Figure 234 : Vue de la façade ouest de l'individu 32 et vue supérieure de l'individu 32 sur le 33.

Il est orienté sud-nord, le corps appuyé contre la paroi ouest et le crâne plus au sud-est, appuyé contre la paroi sud. La position des membres supérieurs n'est pas connue, nous avons choisi de les restituer selon la position la plus fréquente, c'est-à-dire en extension.

Cependant, il n'a pas été possible de restituer la position des mains. Les membres inférieurs sont en extension et parallèles mais en appui sur la paroi ouest et extrêmement contraints, le bassin est très fermé.

L'allure globale du corps présente une forme de cuvette, avec le bassin à une altitude inférieure aux pieds et au crâne. Le sujet 36 est sur l'individu 34 au niveau de la moitié supérieure du crâne et sur l'individu 37 au niveau des membres inférieurs. Le sujet 36 ne possède pas de plâtre.

L'individu 33 est déposé en décubitus, orienté sud-nord (fig. 233). Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains passent en arrière des coxaux et les chevilles sont resserrées. Le corps est relativement plane les épaules, le bassin et les pieds suivant le même axe. Il existe un pendage sud-nord, identique à celui du fond de la tombe.

L'individu 33 est sur l'individu 40, il est tête-bêche avec celui-ci et s'appuie sur le membre inférieur gauche avant de recouvrir le bassin et la colonne vertébrale. Le sujet 33 est recouvert de plâtre des épaules aux chevilles. Lors de la fouille, il n'a pas été possible de déterminer à quel niveau le sujet 33 appartenait, hors sa superposition avec l'individu 40 et sous le 38 le place dans la deuxième phase de dépôt du niveau 4.

L'individu 32 n'a pu lors de la fouille être intégré à une phase de dépôt. La scène numérique a permis de déterminer qu'il faisait sûrement partie du niveau 4 car il repose sous les individus 33 et 34, il aurait alors été déposé lors de la deuxième étape (fig. 234). Il est en décubitus, les membres supérieurs et inférieurs en extension, les mains sous les coxaux, les genoux et les chevilles resserrés. Le haut du corps est recoupé par le creusement. Le bassin est à une altitude inférieure au crâne et aux pieds, la partie haute du corps est redressée ce qui induit un effet de cuvette, qui correspond au pendage initié par le sol et répercuté d'individus en individus. Le corps est recouvert de plâtre au niveau du bras droit, l'épaisseur est plus importante sur le coxal droit. Les passes de sédiments le situent plutôt dans le niveau 4.

La position en décubitus le situe plus dans le niveau 4 que 5 où les positions dominantes sont le procubitus et le dépôt sur le côté.

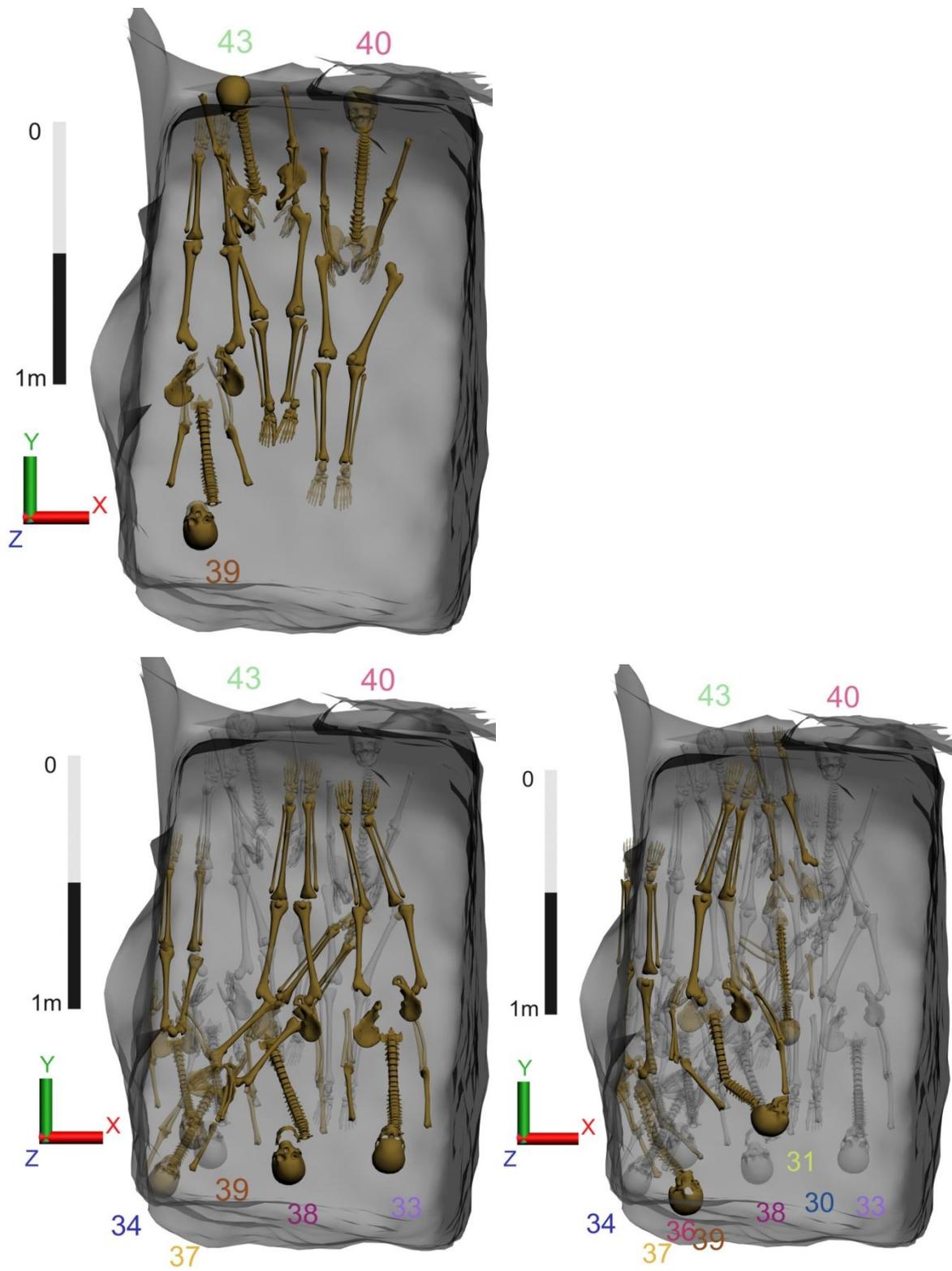


Figure 235 : Vue supérieure niveau 4, étape a, b et c.

Il n'est pas possible toutefois d'affirmer *a posteriori* que le sujet 32 appartient au niveau 4 mais au vue des éléments, c'est une hypothèse que nous pouvons proposer. L'individu 32 serait donc postérieur à l'individu 33 mais antérieur à l'individu 34.

Le niveau 4 comporte donc 11 individus déposés en trois phases (Figure 235 235).

La première étape comporte les individus 40, 43 et 39. L'individu 40 est probablement le premier déposé, le plus à l'est, vient ensuite l'individu 43 juste à côté. Les deux individus n'étant pas en contact, il n'est pas possible de déterminer lequel est déposé en premier.

L'individu 39 vient ensuite, déposé sur l'individu 43. Cependant, un espace libre demeure le long de la paroi ouest où se situe l'entrée, le long de la paroi sud et le long de la paroi est. Toutefois, cet endroit est à une hauteur plus élevée et liée au dépôt antérieur des individus 42, 44 et 46 contre la paroi et dont l'altitude cumulée dépasse en hauteur celle des niveaux plus à l'ouest.

Les individus 33, 38, 37 et 34 forment la deuxième étape de dépôt du niveau 4.

Il n'est pas possible de déterminer qui de 33 ou de 38 est déposé en premier dans cette seconde étape puisque les individus ne sont pas en contact. L'individu 32 serait peut-être à intégrer à ce niveau de dépôt.

Nous avons procédé avec la même logique que précédemment et opté pour un dépôt du sujet 33 en premier. L'individu 33 est situé sur l'individu 40 qu'il recoupe sur son côté gauche jusqu'au milieu du corps. L'individu 38 est quant à lui disposé à la droite de l'individu 40 avec lequel il est légèrement en contact à hauteur du membre inférieur droit. Il est déposé sur les individus 43 et 39, il leur est donc postérieur.

L'individu 34, de par sa position en diagonale au sein de la tombe, se situe sur plusieurs individus, dont 38, il est donc postérieur à celui-ci, et antérieur à 37 qui le recouvre.

Un espace libre est laissé au sud de la tombe qui peut être interprété comme un espace de circulation. Le dépôt de l'individu 37 sur l'individu 34 et contre la paroi ouest vient combler l'espace laissé libre jusqu'à présent entre la paroi ouest de l'entrée et la zone de dépôt.

Ensuite, dans une troisième étape de dépôt, sur l'individu 37 est installé l'immatrice 31, dont l'altitude est bien inférieure à celle de l'individu 30, qui laisserait penser qu'il lui est antérieur. Les deux individus n'étant pas en contact nous n'avons pas la possibilité de le déterminer. L'individu 30 pourrait être postérieur aux individus 37, 34 et 31.

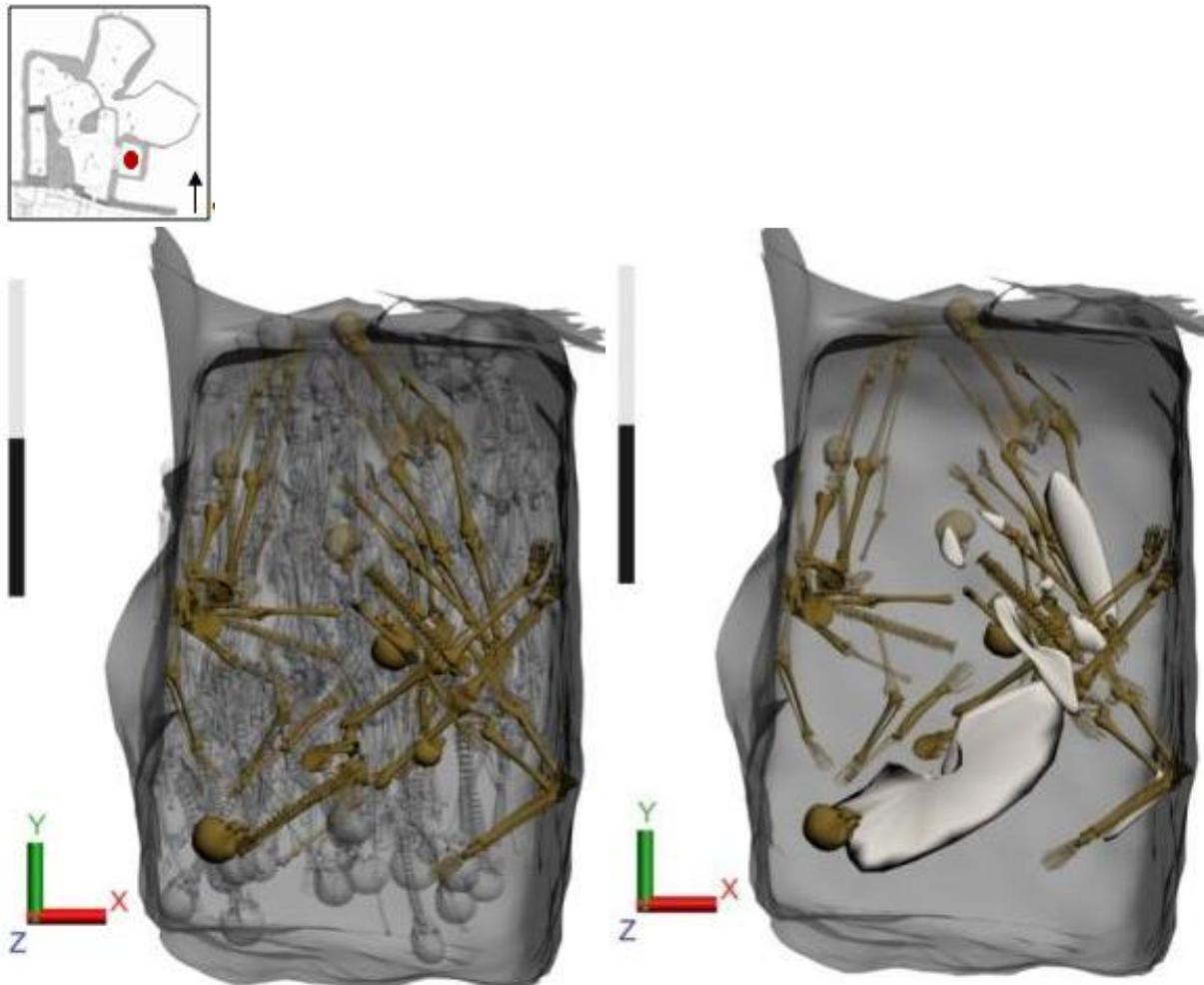


Figure 236 : Vue supérieure du niveau 5 sans et avec l'appareil funéraire.

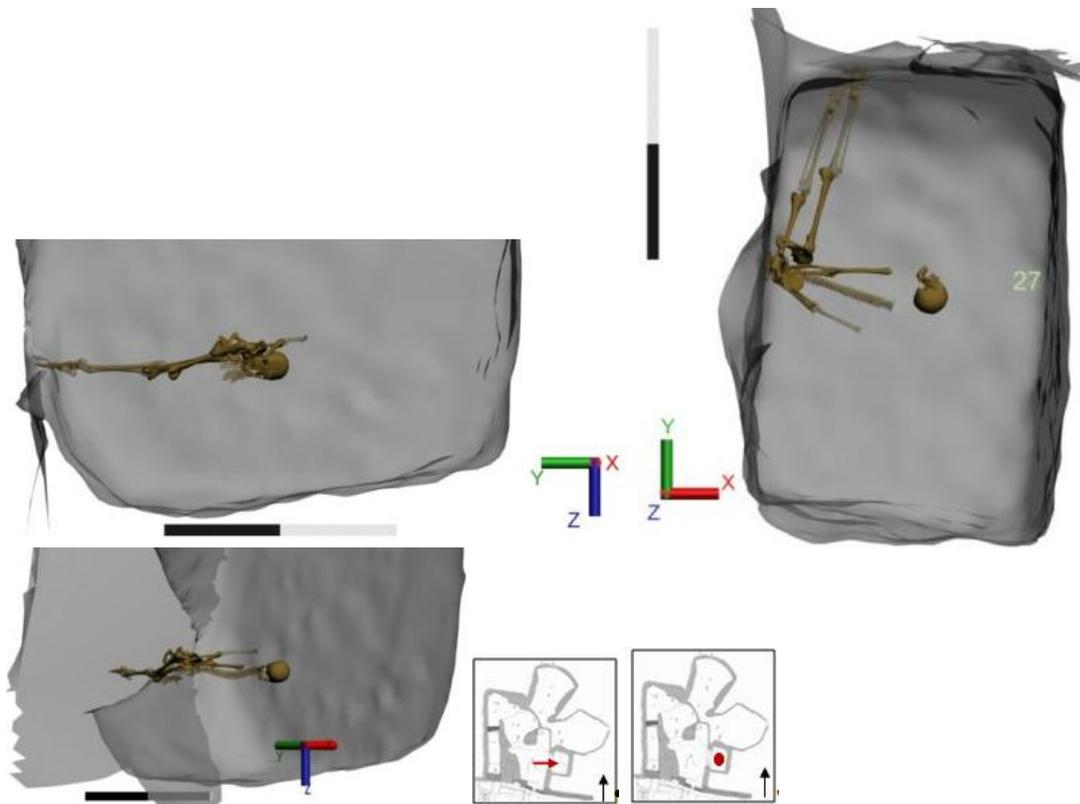


Figure 237 : Vue de la façade ouest, vue du nord-ouest et vue supérieure de l'individu 27.

L'individu 36 est vraisemblablement le dernier déposé, il est sur l'individu 37 et sur le 34, il n'est pas sur les individus 30 et 31, il n'est donc pas possible de déterminer s'il leur est antérieur ou postérieur. Cependant, sa position le long de la paroi ouest, au pied de l'entrée, laisse supposer qu'il a été déposé dans les derniers et appartient ainsi à la troisième et dernière étape de dépôt du niveau 4.

Le dépôt des individus du niveau 4 donne l'impression de recouvrir une certaine horizontalité après le niveau 3.

Niveau 5

Le niveau 5 est composé de 6 individus : 27, 28, 26, 25, 24, 23 (fig. 236).

L'organisation de ce niveau est particulière et diffère avec tout ce qui est connu au sein de la tombe 16. En effet, jusqu'à présent les individus présentaient une orientation nord-sud ou sud-nord avec quelques individus en diagonale de la tombe dans le niveau 4. Pour ce niveau les orientations sont toutes différentes, tout comme les positions des individus. Il est donc difficile d'appréhender une logique au sein de ce dépôt.

L'individu 27 est déposé sur le côté droit, la moitié supérieure du corps est orientée est-ouest perpendiculaire à la moitié inférieure orientée sud-nord (fig. 237). Le crâne et la mandibule sont déconnectés. Les membres supérieurs sont en extension, la position des mains n'est pas connue mais si on les place selon la logique anatomique dans le prolongement des radius-ulna, la main gauche est en arrière du coxal et la main droite est en avant. Le bras gauche est à une altitude supérieure au droit et apparaît par sa face postérieure, ce qui met en évidence la rotation du bras pendant la décomposition liée à la position latérale droite du haut du corps. Le bassin est en appui contre la paroi ouest, le fémur gauche contraint, lui aussi, par la paroi passe par-dessus l'ilium gauche.

Le fémur droit est également déconnecté de l'ilium droit et présente un fort pendage du proximal vers le distal. Les tibias sont recoupés par le creusement nord comme les individus 30 et 31. L'allure globale montre un corps relativement plat avec le bassin à une altitude supérieure au reste du corps. On peut supposer que l'individu a été déposé contre la paroi ouest mais qu'il s'est effondré avant d'être décomposé d'où cette position sur le côté droit pour le haut du corps qui diffère de la position des membres inférieurs qui n'ont pas bougé.

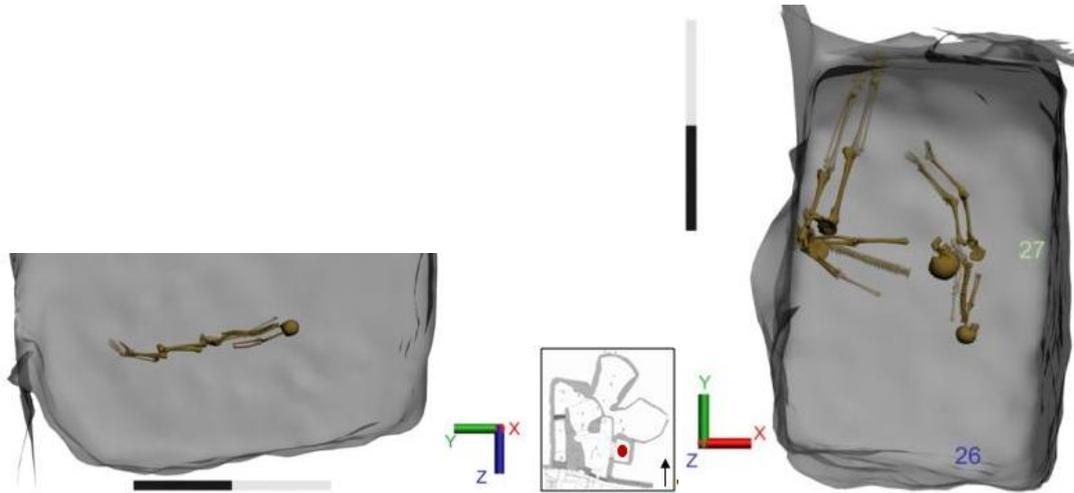


Figure 238 : Vue de la façade ouest de l'individu 26 et vue supérieure de la superposition de l'individu 26 sur le 27.

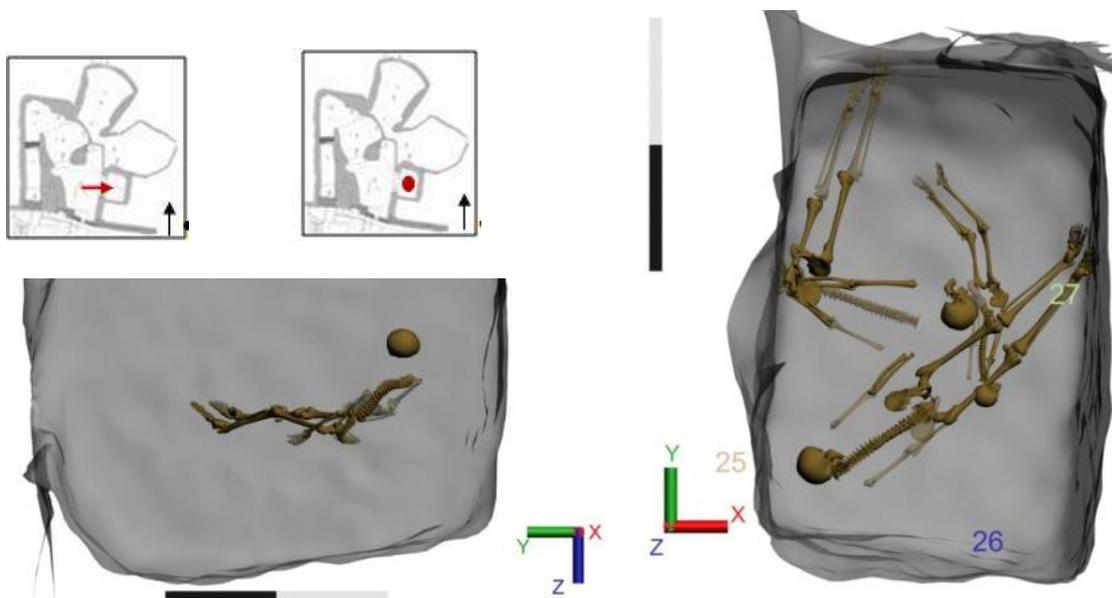


Figure 239 : Vue de la façade ouest de l'individu 25 et vue supérieure de la superposition de l'individu 25 sur 26 et le 27.

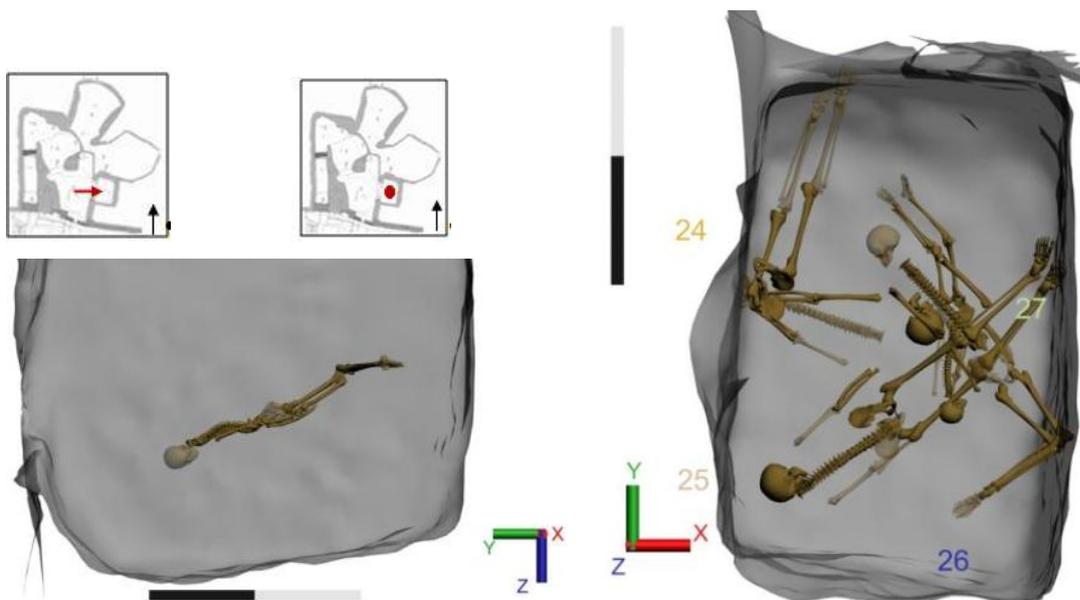


Figure 240 : Vue de la façade ouest de l'individu 24 et vue supérieure de la superposition de l'individu 24 sur le 25, le 26 et le 27.

L'individu 27 est le premier déposé de ce niveau 5 et appartient à l'unité stratigraphique 445. Aucune trace de plâtre n'a été observée sur cet individu, toutefois d'après la position très contrainte des membres inférieurs et d'après la préservation des connexions de la moitié supérieure du corps et de la logique anatomique, il est possible de supposer la présence d'une enveloppe textile souple.

L'individu 26 est un sujet immature 1-9 déposé plus à l'est (fig. 238). Il est également sur le côté droit. Les membres supérieurs sont en extension, le long de la colonne vertébrale. Les mains sont en arrière des coxaux. Le bras droit repose à une altitude bien inférieure au bras gauche qui repose en partie sur le crâne de l'individu 27. Le bassin repose également sur le crâne de l'individu 27 et l'ilium gauche a basculé en face postérieure.

Les fémurs sont parallèles, de même que pour l'ilium gauche, le fémur droit a basculé vers l'extérieur et apparaît par sa face médiale et postérieure. Les tibias et fibulas sont recoupés par le creusement au nord. Les genoux sont en hyperflexion. L'allure globale du corps est relativement plane mais subi un pendage du crâne vers les pieds, du sud vers le nord qui correspond au pendage du sol et des niveaux sous-jacents. Aucun appareil funéraire n'a été mis en évidence pour cet individu. Il repose sur l'individu 27, au niveau de son crâne.

L'individu 25 est en procubitus, il est orienté ouest-est, le crâne dans l'angle sud-ouest de la tombe (fig. 239). Le crâne est très surélevé par rapport au reste du corps, il apparaît en face latérale gauche. Le membre supérieur droit longe la colonne vertébrale, la main est à hauteur du grand trochanter du fémur droit et à une altitude inférieure à celle de la tête fémorale. La position du membre supérieur gauche n'est pas connue. Le haut du corps est redressé, le bassin est à une altitude inférieure aux fémurs. Les fémurs, les tibias sont alignés et les genoux légèrement fléchis. Le pied droit est légèrement plus bas que le pied gauche, tous les deux sont appuyés contre la paroi est. L'individu 25 est recouvert de plâtre des épaules jusqu'aux genoux.

L'individu 25 repose sur l'individu 27, le fémur gauche passe sur le crâne, le fémur droit sur la colonne vertébrale et le bras gauche.

L'individu 24 est également en procubitus, orienté cette fois nord-sud pour le crâne jusqu'aux genoux et est-ouest des genoux aux pieds (fig. 240). Les membres supérieurs sont en extension et serrés le long du corps, les mains sont sous les coxaux, c'est-à-dire contre la face antérieure.

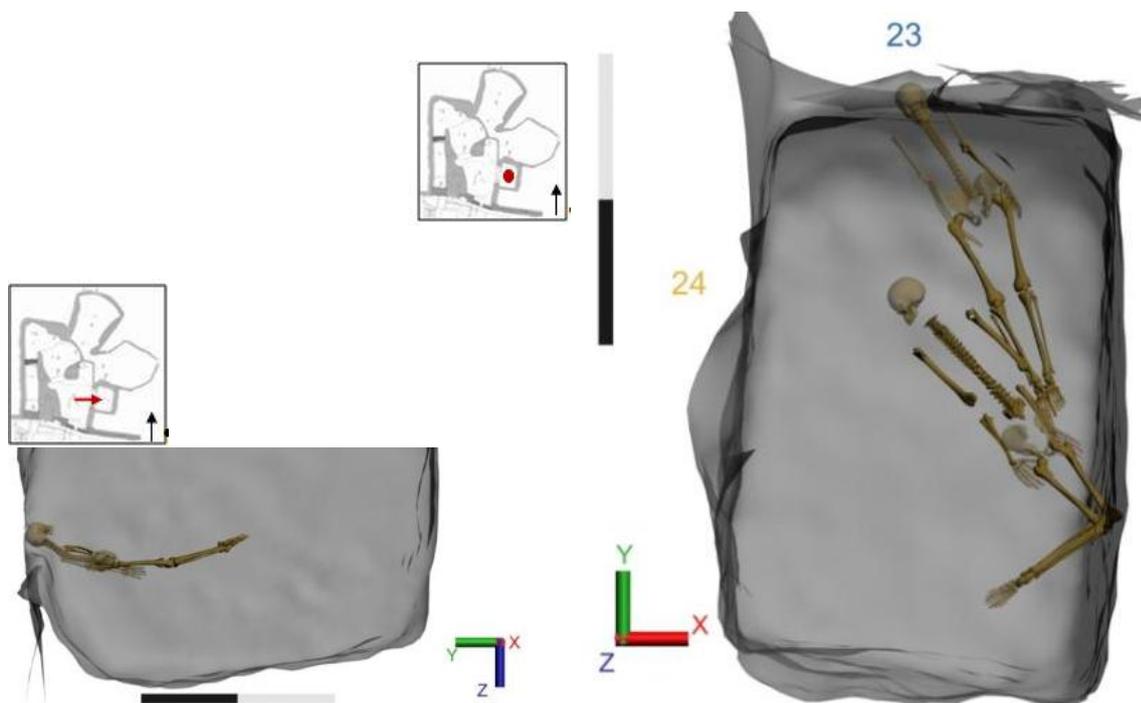


Figure 241 : Vue de la façade ouest de l'individu 23 et vue supérieure de l'individu 23 sur le 24.

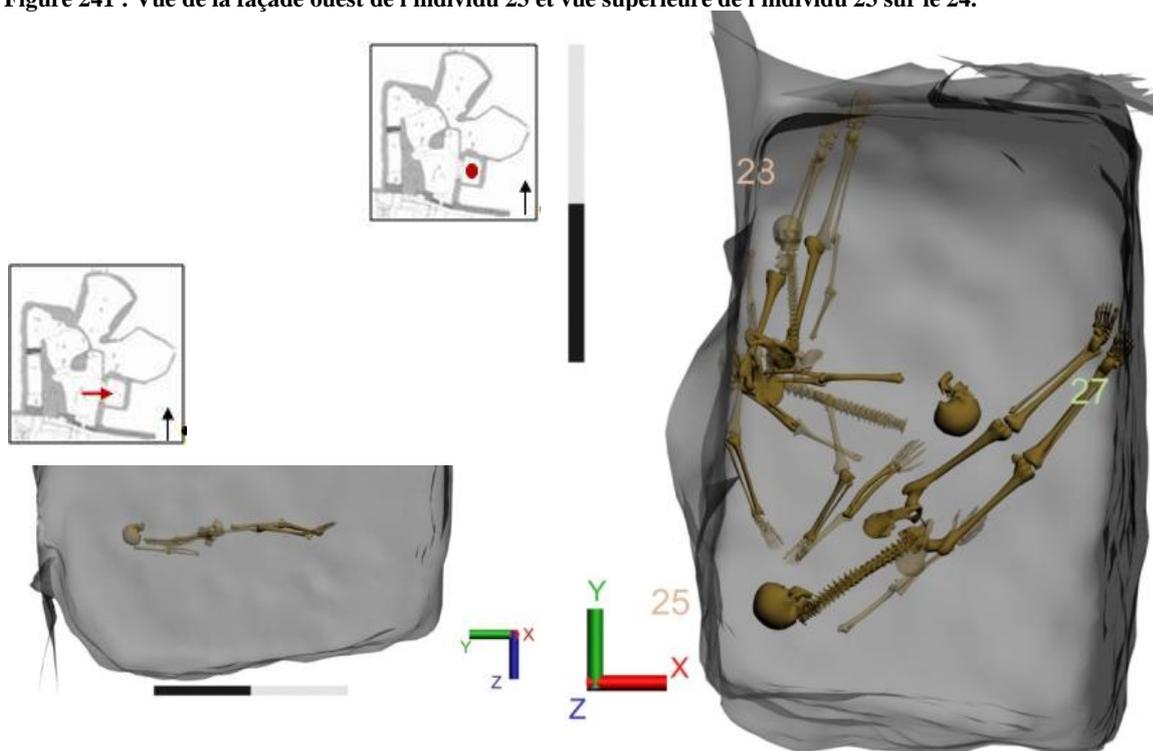


Figure 242 : Vue de la façade ouest de l'individu 28 et vue supérieure de l'individu 28 sur le 27 et le 25.

Les fémurs sont déconnectés des tibias et perpendiculaires à ceux-ci, toutefois il subsiste une logique anatomique entre eux. Les tibias sont parallèles et leur partie proximale est contre la paroi est. Leur position semble contrainte par la paroi mais ne correspond pas à une position naturelle mais forcée, ou ils étaient en appui contre la paroi est et en se décomposant ont basculé du côté libre. Toutefois la connexion est étroite entre le fémur gauche et le tibia gauche. L'allure générale du corps met en évidence un important pendage des pieds jusqu'au crâne du sud vers le nord, comme le fond de la tombe. L'individu 24 est sur l'individu 25 à hauteur des genoux, il recouvre en même temps les individus 26 et 27. Quelques éléments de plâtre sont présents autour du crâne, sur l'humérus gauche, sur les iliums et contre les tibias.

La présence d'une enveloppe textile souple pourrait expliquer la position des membres supérieurs, très contraints contre le corps, le maintien d'une connexion entre fémur et tibia et la superposition des tibias mais la présence de plâtre sous le tissu devrait empêcher tout mouvements sauf si celui-ci est encore frais pendant le dépôt et la décomposition ce qui paraît peu vraisemblable pour des raisons pratiques lors du transport du cadavre.

L'individu 23 est en décubitus, orienté nord-sud. Le haut du corps, du crâne jusqu'aux avant-bras, est perturbé par le creusement de la paroi nord (fig. 241). Les membres supérieurs sont le long du corps, les mains sous le bassin. Les membres inférieurs sont en extension, les pieds joints, l'un sur l'autre. L'allure générale du corps montre que celui-ci a une forme de cuvette dans la continuité du pendage de l'individu 24, le bassin est à une altitude inférieure au crâne et aux pieds. L'individu 23 a les pieds qui reposent sur le bras droit de l'individu 24. La partie inférieure du corps, des genoux jusqu'aux pieds inclus, est recouverte de plâtre. Le maintien des pieds en équilibre l'un sur l'autre démontre la présence d'un appareil funéraire contraignant confirmée par la présence de plâtre à cet endroit.

L'individu 28 est un sujet immature 10-19 orienté sud-nord, le long de la paroi ouest. Le corps est presque entièrement recoupé par le creusement (fig. 242). Seuls les tibias sont conservés, la position du reste du corps a donc dû être restituée. Les positions de ce niveau étant toutes différentes, il était difficile de la restituer et d'opter pour l'une ou l'autre.

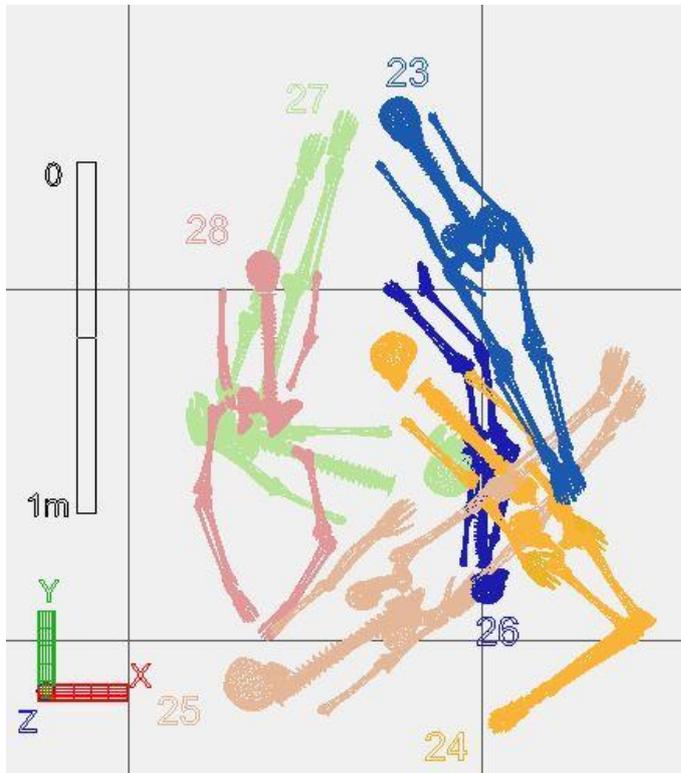


Figure 243 : Vue supérieure en filaire du niveau 5.

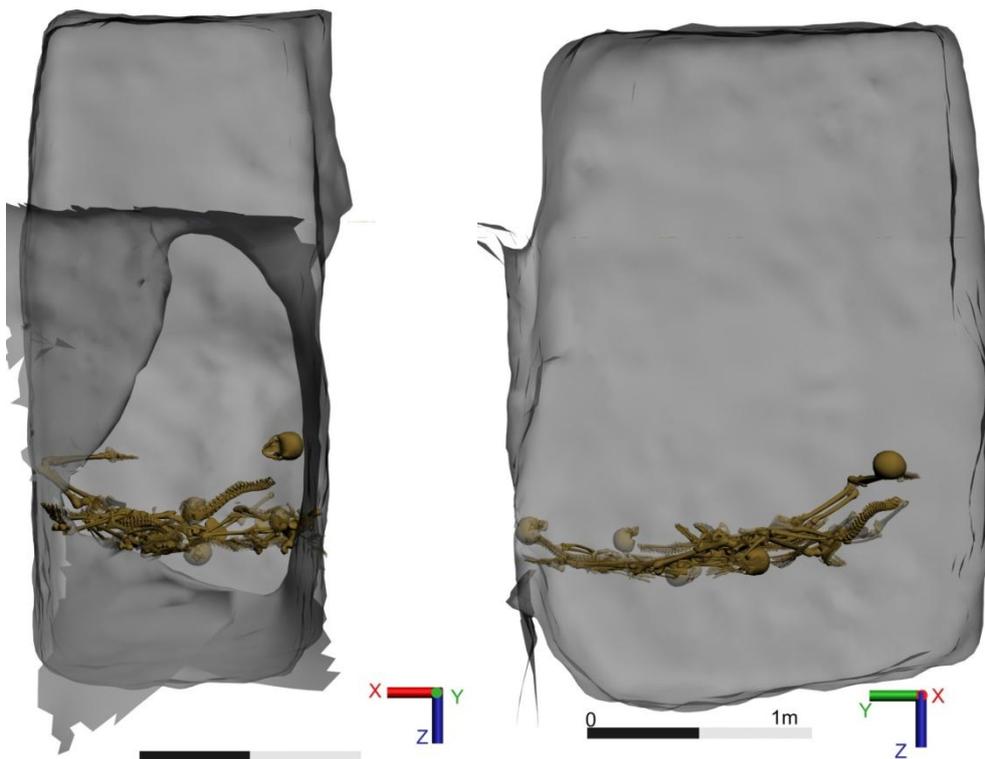


Figure 244 : Vue nord et ouest du niveau 5.

Il est difficile à partir seulement des tibias de déterminer si l'individu 28 était en décubitus ou procubitus, nous nous sommes donc basés sur les présupposés archéologiques et optés pour le procubitus qui est la position la plus représentée dans ce niveau et un autre immature de la même classe d'âge¹⁰³ est également en procubitus dans le niveau antérieur. Pour la restitution du haut du corps, nous avons choisi la plus représentée et l'avons adapté en fonction des individus sous-jacents. L'individu est donc placé contre la paroi ouest, les membres supérieurs en extension le long du corps. Le pendage du corps suit celui initié par les autres individus et par le fond de fosse. Aucun appareil funéraire n'a été retrouvé pour cet individu comme pour ceux du même âge, identifiés dans les niveaux précédents. L'altitude des tibias montre qu'il est à une altitude supérieure aux autres individus du même niveau, toutefois il est sur l'individu 27. Les pieds de l'individu 28 reposent peut-être également sur l'individu 25, mais il s'agit là de deux éléments restitués.

Nous avons pu établir deux étapes dans ce dépôt avec, tout d'abord, le dépôt de l'individu 27, puis le dépôt des individus 26, 25, 24 et 23 et en parallèle le dépôt du sujet 28 (fig. 243).

L'individu 27 est le premier déposé puisqu'il est recouvert par le sujet 26. L'individu 26 est donc le deuxième déposé sur l'individu 27 avec ses iliums sur le crâne de celui-ci, il lui est donc postérieur. L'individu 25 est ensuite déposé sur l'individu 26 au niveau de la partie supérieure du crâne. L'individu 24 est ensuite déposé sur l'individu 25 à hauteur des genoux. Enfin, l'individu 23 est déposé sur le coude droit de l'individu 24 et sur les jambes de l'individu 25. L'individu 28 est sans doute le dernier déposé, en partie sur l'individu 27 et en partie sur l'individu 25 le long de la paroi ouest, toutefois comme il n'est pas en contact avec les autres individus, il est difficile de dire s'il leur est postérieur ou antérieur. Nous pouvons seulement déterminer qu'il est postérieur à l'individu 27 et peut-être à 25. Les individus de ce niveau sont soit sur le côté, soit en procubitus. L'espace laissé libre entre les individus est important et la circulation a pu se faire tout autour des individus. De plus, le positionnement des individus du niveau 5 dénote avec celui des niveaux précédent où les individus étaient disposés tête-bêche pour gagner de la place où quand l'espace ne manquait pas disposés côte à côte alors qu'ici ils semblent jetés depuis l'ouverture. En effet, l'individu 24 est déposé de telle sorte que ses jambes ne peuvent pas être en extension, l'articulation du genou a alors été déconnectée par la décomposition ou volontairement afin de permettre le dépôt de ce corps. La contrainte exercée sur les corps donne l'impression qu'ils n'ont pas été déposés mais jetés depuis l'entrée de la tombe à l'inverse des autres individus étudiés (fig. 244).

¹⁰³ L'individu 31 du niveau 4 est en procubitus.

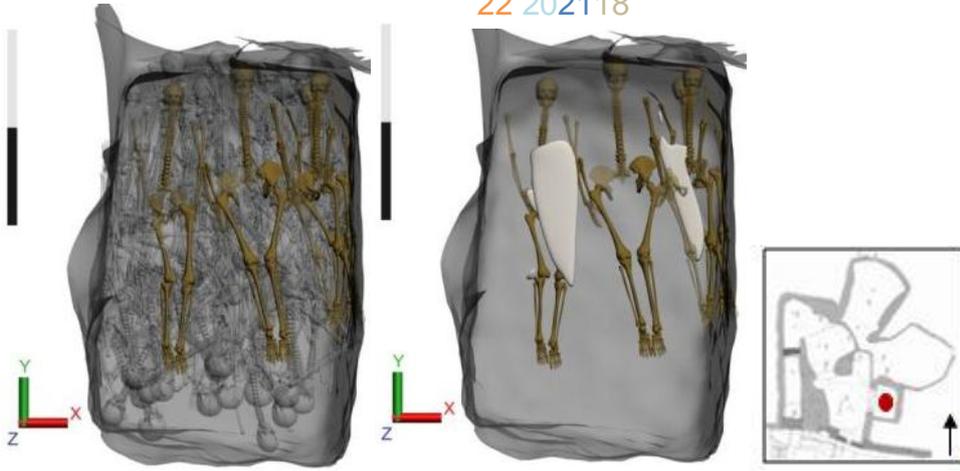


Figure 245 : Vues supérieures du niveau 6.

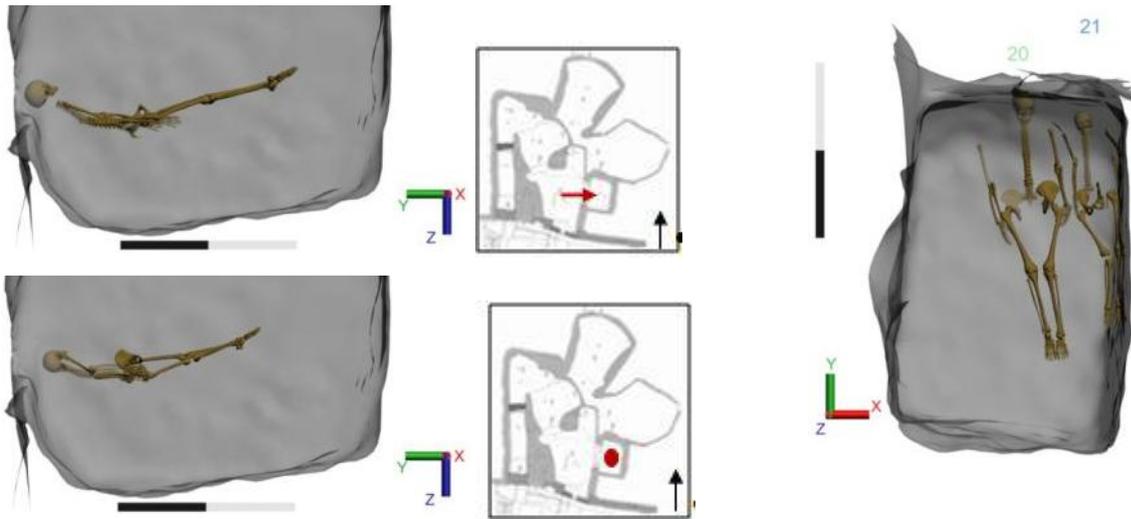


Figure 246 : Vue de la façade ouest des individus 21 (en haut) et 20 (en bas) et vue supérieure de leur superposition.

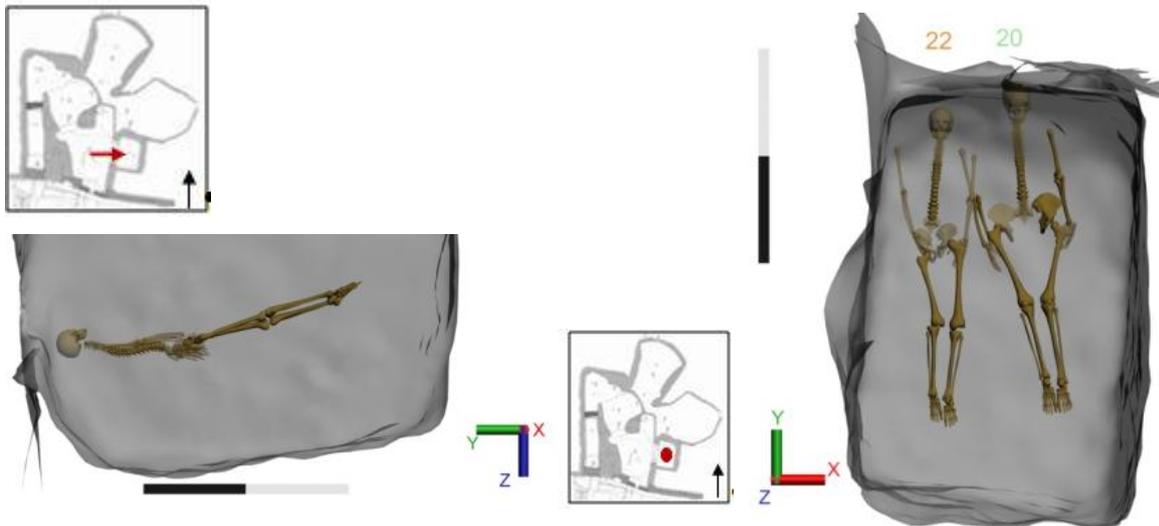


Figure 247 : Vue de la façade ouest de l'individu 22 et vue supérieure de l'individu 22 sur le 20.

Niveau 6

Le niveau 6 est composé de quatre individus (fig. 245). L'ensemble des individus de ce dépôt est en décubitus et orienté nord-sud, le crâne en appui contre la paroi nord.

L'individu 21 est donc sur le dos, le long de la paroi est (fig. 246). Le membre supérieur droit est légèrement fléchi, comme le membre inférieur droit. Les mains sont en arrière des coxaux. La position du membre inférieur gauche n'est pas connue, toutefois il est contraint par la paroi et il est possible de supposer qu'il se situe comme le membre inférieur gauche en extension le long et en appui sur la paroi est et avec une altitude supérieure. L'ilium gauche est plus haut que l'ilium droit et contraint par la paroi et le fémur gauche, il est resté dans la position initiale après la décomposition car il apparaît par sa face antérieure et non médiale alors que l'ilium gauche apparaît par la face médiale suite à la mise à plat de l'os, il n'était donc pas contraint. Les genoux sont resserrés et les chevilles jointes. Il est possible d'observer un effet de paroi entre le fémur et le tibia gauche.

Pour la partie conservée, un pendage important est visible du sud vers le nord, donc des pieds vers le crâne, est visible ce qui correspond au pendage du sol de la tombe. Le corps de l'individu 21 est recouvert de plâtre au niveau du coude droit jusqu'au genou droit.

L'individu 20 est déposé après l'individu 21 (fig. 246). Le crâne est absent suite au creusement nord. Les membres supérieurs et inférieurs sont en extension. Les mains passent le long des coxaux et sont sur la face postérieure des fémurs. Les genoux et les chevilles sont resserrés. Le bassin est à plat. L'allure globale du corps montre que le bassin est à une altitude inférieure aux extrémités, le corps est en cuvette. Le pendage des pieds au bassin, du sud vers le nord, est important. L'ensemble du corps, des épaules aux pieds inclus, est recouvert de plâtre. Les deux gangues de plâtre des individus 20 et 21 sont en contact mais pas l'un sur l'autre, il n'est donc pas possible de déterminer lequel des deux a été déposé en premier.

L'individu 22 est déposé sur l'individu 20 (fig. 247). Le corps de celui-ci est recoupé jusqu'au milieu du thorax par le creusement au nord. La position des membres supérieurs n'est pas connue. Nous les avons restitués le long du corps, à une hauteur supérieure à la colonne vertébrale et en extension, dans la même position que la majorité des individus.

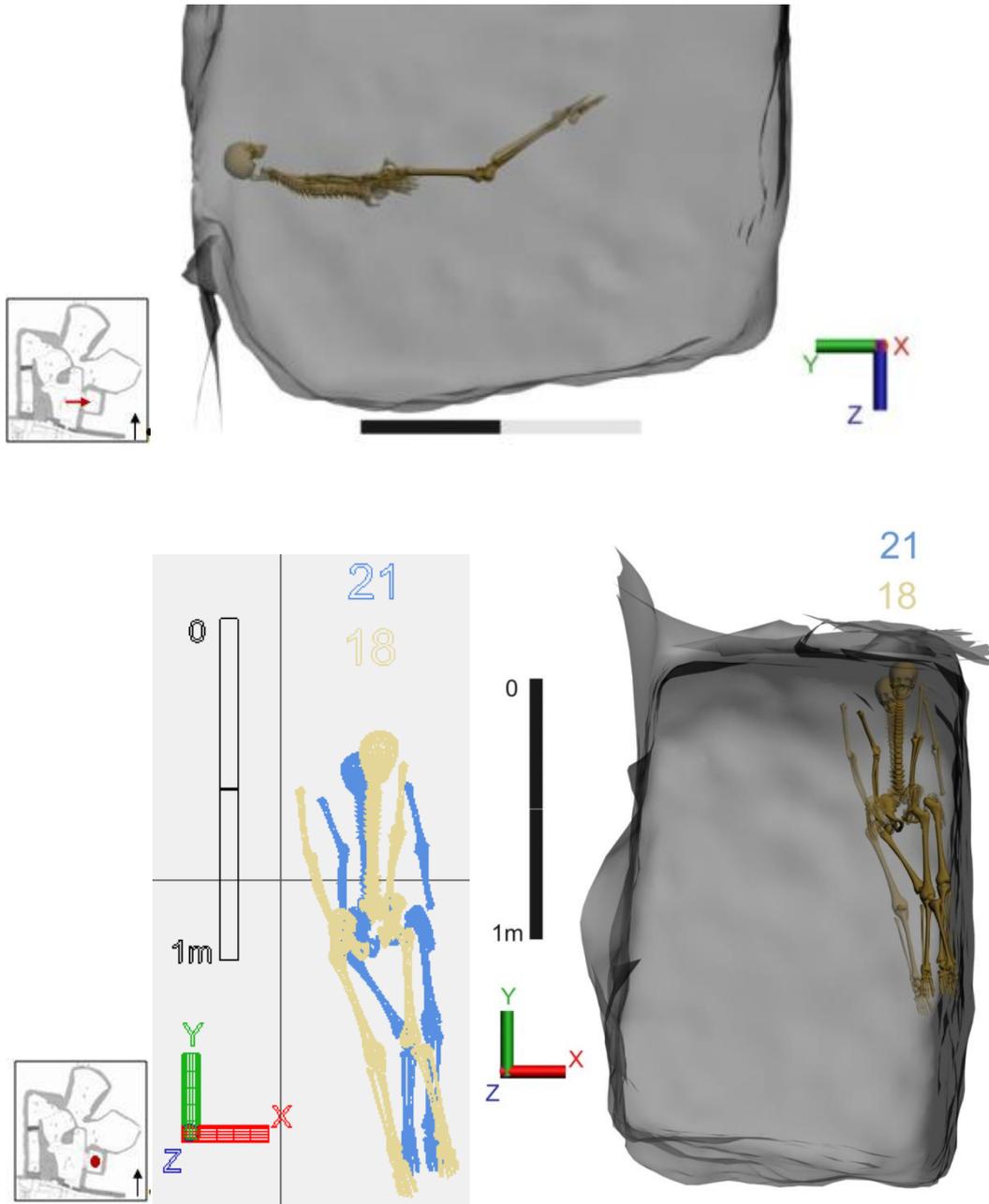


Figure 248 : Vue de la façade ouest de l'individu 18 et vue supérieure de l'individu 18 sur l'individu 21.

Les membres inférieurs sont en extension, les genoux et les chevilles resserrés, les tibias parallèles. Le pendage du corps est important des pieds vers le crâne, du sud vers le nord, selon l'axe initié par le sol de la tombe. L'allure globale du corps ne montre pas d'effet de cuvette, le bassin et la colonne vertébrale sont dans l'axe des pieds, contrairement aux individus 20 et 21 qui sont au même niveau et situés également le long de la paroi nord. Le poids des individus postérieurs n'a donc pas dû être aussi important sur cet individu que sur les autres car les genoux ne sont pas en hyperflexion et le haut du corps est resté infléchi au vu de la position de la colonne vertébrale. D'après la restitution, le bras gauche de l'individu 22 est sur le bras droit de l'individu 20, ce que confirme les observations de terrain. Le sujet 22 est recouvert de plâtre sur tout le côté gauche jusqu'au genou avec des empreintes de tissu à hauteur de l'ilium droit.

L'individu 18 est déposé sur l'individu 21 selon la même orientation (fig. 248). Le crâne et les premières vertèbres sont recoupés par le creusement de la paroi nord.

Le membre supérieur gauche est en extension et d'après la position de l'avant-bras gauche, la main gauche est sous l'ilium gauche. La restitution de la position du bras et de la main droits est basée sur la position du côté gauche. Le membre inférieur gauche est en extension le long de la paroi est.

La jambe droite n'est pas conservée et nous l'avons restituée selon la position de la jambe gauche et en tenant compte de l'individu 21 sous-jacent. L'allure globale du corps montre une importante hyperflexion du genou gauche avec un fort pendage du tibia. Par contre, le fémur, la colonne vertébrale et l'avant-bras gauche sont dans le même axe. L'individu 18 est complètement sur l'individu 21 et suit la forme globale de son corps, ce qui explique en partie la position du genou droit. Seule la partie droite du corps du sujet 18 est entièrement recouverte de plâtre.

Pour le niveau 6, les individus 20 et 21 ont été déposés dans les mêmes temps. L'individu 22 est sur l'individu 20, il est donc postérieur aux deux premiers individus déposés. L'individu 18 est ensuite déposé sur l'individu 21. Il n'est pas possible de déterminer qui du sujet 18 ou 22 a été déposé en premier, de même que pour les individus 20 et 21, nous pouvons juste affirmer que le sujet 18 est postérieur au sujet 21, comme le sujet 22 est postérieur au sujet 20. L'organisation de ce niveau, où seulement quatre individus ont été déposés, est plus facile à appréhender que pour le niveau 3 par exemple, cependant des incertitudes persistent quant à la logique des dépôts entre les individus.

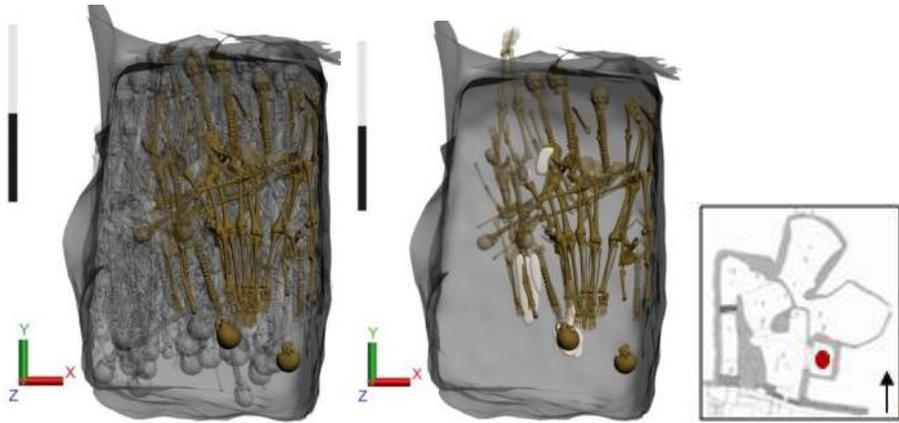


Figure 249 : Vue supérieure du niveau 7 sans et avec appareil funéraire.

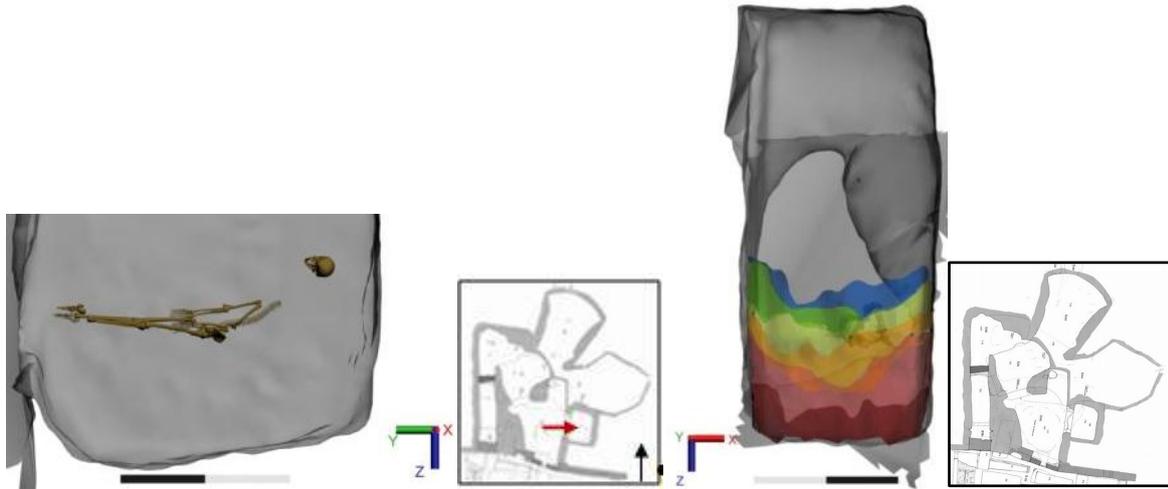


Figure 250 : Vue de la façade ouest de l'individu 16 et vue de la façade nord de l'individu 16 et de l'US 259/261 en vert clair.



Figure 251 : Vue de la façade ouest de l'individu 15 et vue supérieure de l'individu 15 sur le 16.

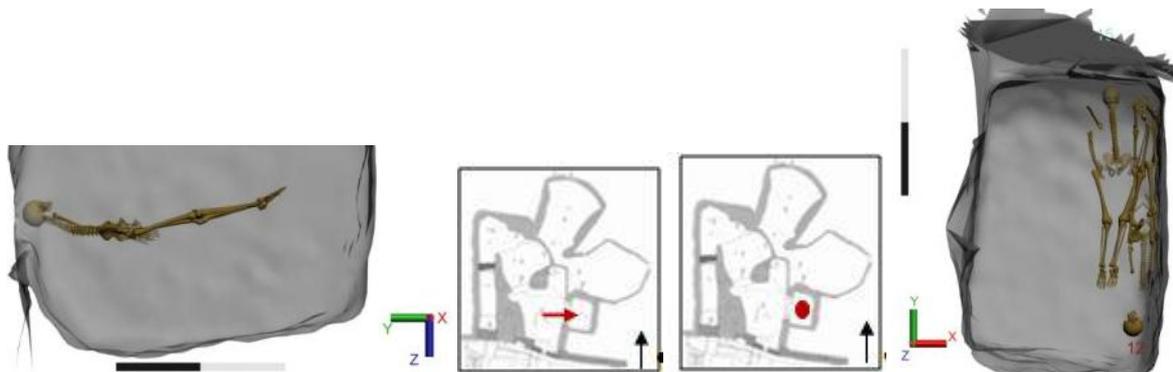


Figure 252 : Vue de la façade ouest de l'individu 12 et vue supérieure de l'individu 12 sur le 15.

Niveau 7

Le niveau 7 est composé de neuf individus (fig. 249). Aucune étape n'a pu être dégagée pour ce niveau.

L'individu 16 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 250). Le crâne repose sur la paroi nord. Le haut du corps est recoupé jusqu'aux premières vertèbres thoraciques par le creusement au nord. Le membre supérieur gauche est en extension, le membre supérieur droit a été restitué sur le même principe. La main gauche est sous le bassin, d'après la position de l'avant-bras, la main droite est restituée dans la même position. L'ilium droit est légèrement plus haut que le fémur droit, la connexion n'est pas maintenue. Les membres inférieurs sont en extension, les chevilles resserrées et les pieds joints. L'allure globale du corps montre que le bassin est à une altitude inférieure au crâne et aux pieds, les membres inférieurs subissent un fort pendage des pieds vers le bassin, le corps du sujet 16 est en cuvette et suit le pendage du sol de la tombe.

Il repose sur l'unité stratigraphique 259 (= 261) qui sépare les niveaux 6 et 7, l'individu 16 est sur les individus 18 et 22 du niveau 6.

L'individu 15 est en décubitus, orienté nord-sud (fig. 251). Le crâne et la partie supérieure de la colonne vertébrale ne sont pas conservés à cause du creusement. Le membre supérieur gauche est en extension, la main en arrière du coxal. Le membre supérieur droit est perturbé, lors de la décomposition il est tombé dans l'hémi-thorax gauche de l'individu 16, car il était vraisemblablement en équilibre sur le bras gauche de celui-ci. Les membres inférieurs sont en extension, les genoux et les chevilles resserrés, les tibias parallèles. Le corps présente un effet de cuvette, les pieds étant à une altitude supérieure au bassin, tout comme le crâne. Aucune trace de plâtre n'a été mise en évidence pour ce sujet. L'individu 15 repose sur la moitié gauche du corps de l'individu 16.

L'individu 12 est également en décubitus, il est orienté sud-nord et contre la paroi est de la tombe (fig. 252). La position de l'individu est contrainte par la paroi. Le crâne est très surélevé par rapport au reste du corps. Le membre supérieur droit est en extension et en appui sur la paroi est, d'où son altitude supérieure au bras gauche qui, lui, est fléchi. Les mains sont sous la face postérieure des fémurs.

Les membres inférieurs sont en extension et les fémurs sont contraints l'un contre l'autre au niveau des genoux comme des tibias.



Figure 253 : Vue de la façade ouest de l'individu 17 et vue supérieure de l'individu 17 et de l'individu 15.

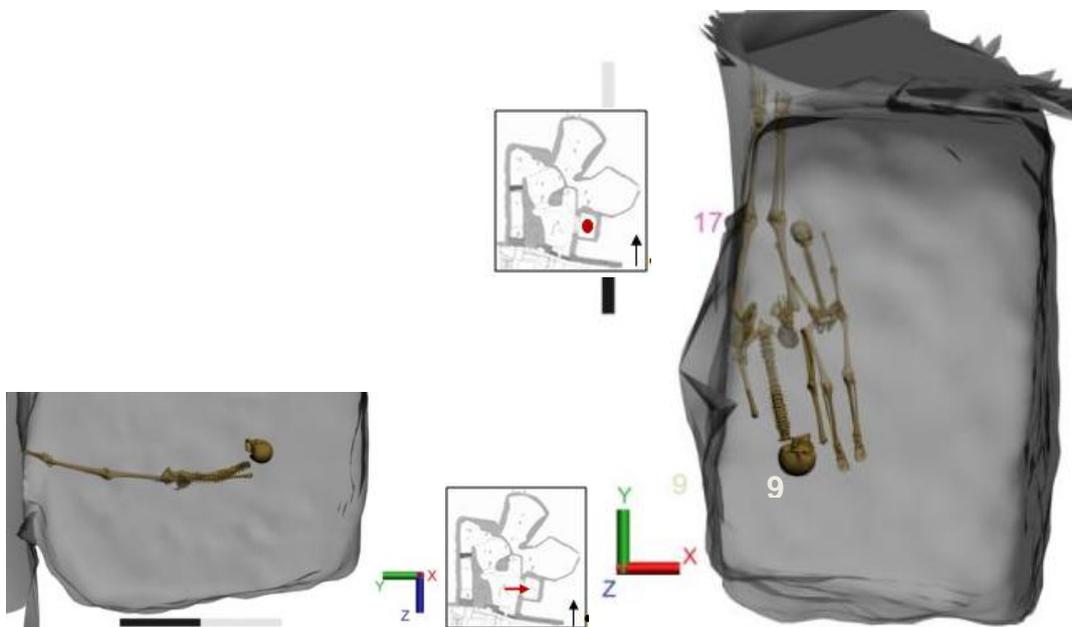


Figure 254 : Vue de la façade ouest de l'individu 9 et vue supérieure de l'individu 9 sur le 17.

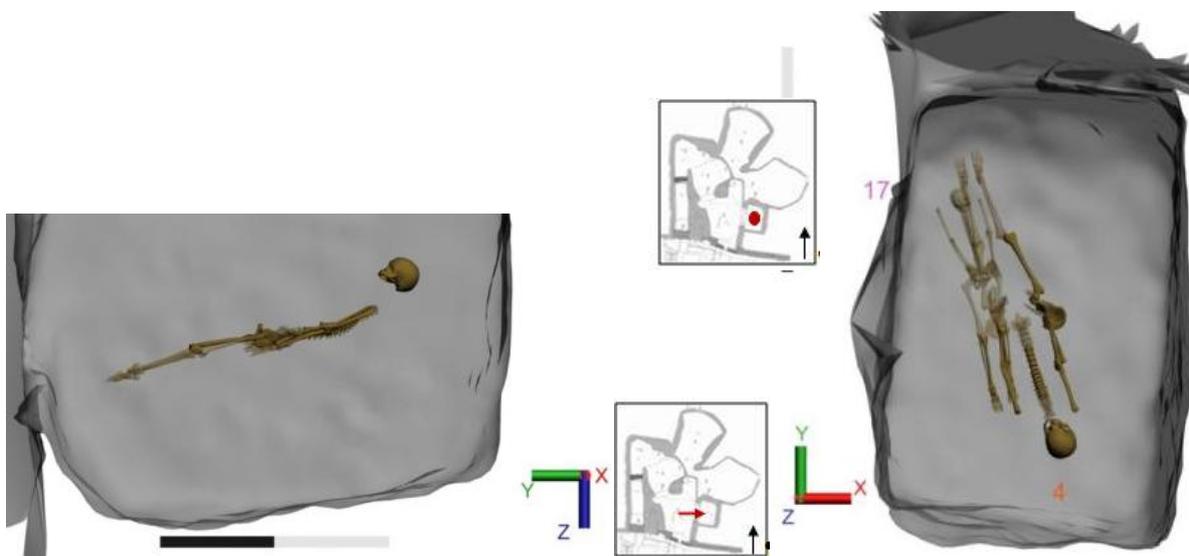


Figure 255 : Vue de la façade ouest de l'individu 4 et vue supérieure de l'individu 4 sur le 17.

L'allure globale du corps montre un effet de cuvette avec l'altitude inférieure du bassin par rapport aux extrémités mais celui-ci est moins important que pour les autres individus du même niveau. L'individu 12 repose sur la moitié droite de l'individu 15. La partie supérieure gauche du corps est recouverte de plâtre.

L'individu 17 est déposé en décubitus et orienté nord-sud (fig. 253). Seuls les tibias de cet individu sont conservés. La restitution proposée ici le place avec les membres supérieurs le long du corps, les fémurs dans l'alignement des tibias selon la logique anatomique. Le pendage des tibias est peu important, nous avons donc restitué l'ensemble du corps avec un léger pendage des pieds vers le bassin et le crâne mais en conservant le même alignement. La position de l'individu 17 est également induite par celle de l'individu 22 qui est juste en-dessous et dont l'allure globale est relativement plane. Du plâtre recouvrant l'extrémité distale des tibias et incluant les pieds a été identifié. L'individu 17 fait partie des premiers individus déposés dans ce niveau car il ne recoupe aucun autre individu de ce niveau.

L'individu 9 est en décubitus en appui contre la paroi ouest, il est orienté sud-nord (fig. 254). Seule la partie supérieure du corps est conservée, le reste a entièrement disparu avec le creusement au nord. La position globale a donc été restituée, la taille de l'individu est déduite de la taille de l'humérus droit conservé¹⁰⁴.

D'après le haut de la colonne vertébrale et l'orientation de la partie proximale de l'humérus, il apparaît que le reste du corps est en contact avec la paroi est, donc contraint par celle-ci pour la partie droite. La partie gauche repose quant à elle sur l'individu 17, elle a donc une altitude supérieure à celui-ci. L'allure globale du corps est donc déterminée par la position de l'individu 17 et de l'individu 22.

L'individu 4 est en décubitus, orienté sud-nord (fig. 255). Les membres supérieurs sont en extension, les mains sous les coxaux dans le prolongement des avant-bras. Pour les membres inférieurs, seul le fémur droit est conservé, les autres ossements ont été recoupés par le creusement nord. L'individu 4 est sur l'individu 16 au niveau des pieds, sur le tibia, la fibula et le genou droit. Il est sur l'individu 17 au niveau du tibia gauche. Le sujet 4 repose également sous l'individu 13 et l'individu 14. L'individu 4 ne possède pas de plâtre mais des résidus de matériaux organiques entourent les bras et le crâne.

¹⁰⁴ D'après le respect des proportions du squelette en volume et après estimation de la stature à partir de la longueur maximale de l'humérus d'après l'équation de Cleuvenot et Houët 1993.

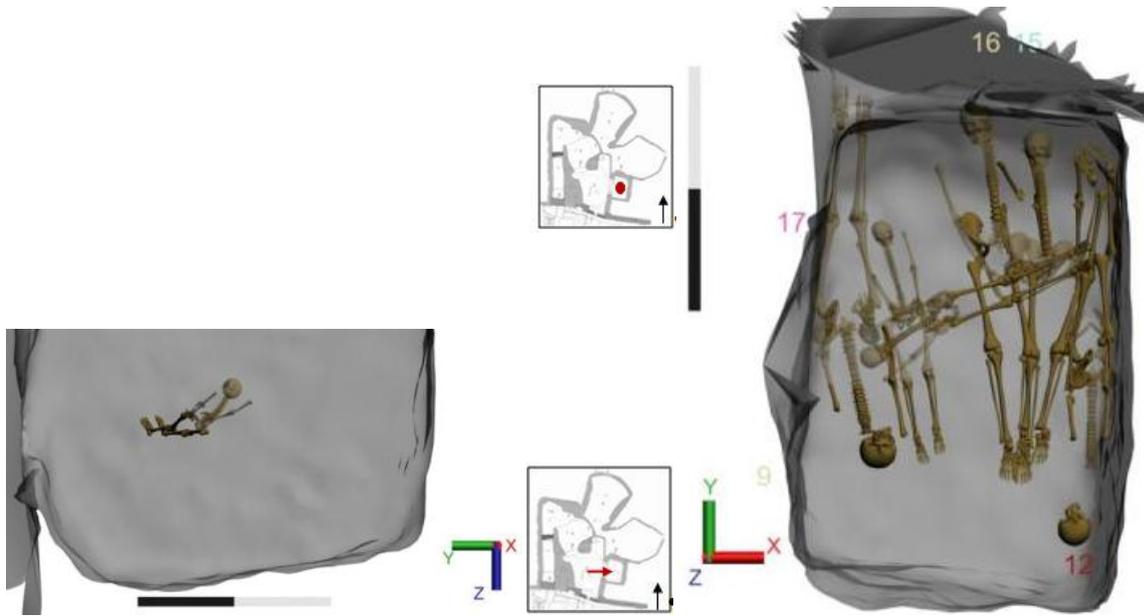


Figure 256 : Vue de la façade ouest de l'individu 14 et vue supérieure de l'individu 14 sur les individus 16, 15, 12, 17 et 9.

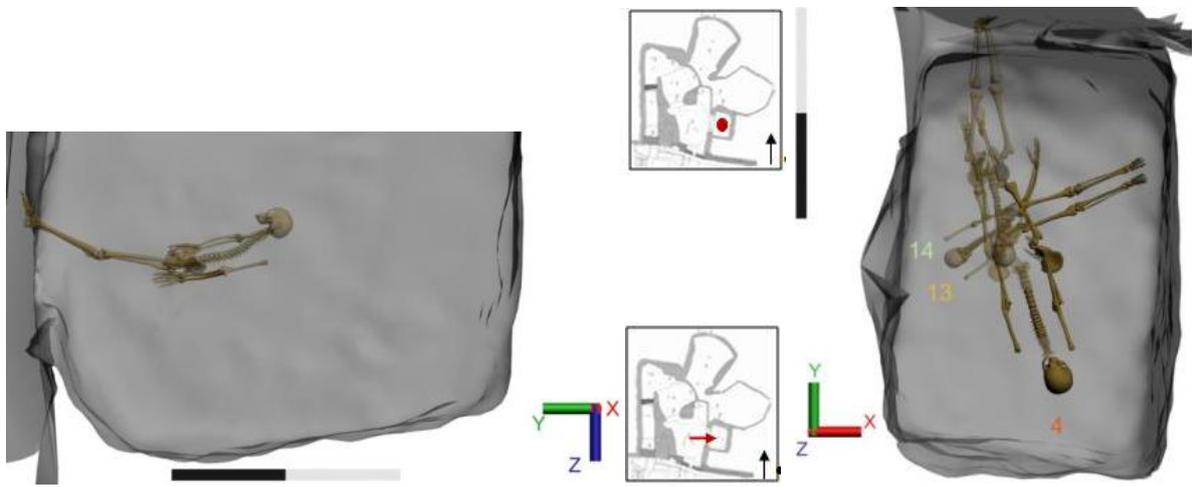


Figure 257 : Vue de la façade ouest de l'individu 13 et vue supérieure de l'individu 13 sur le 14 et le 4.

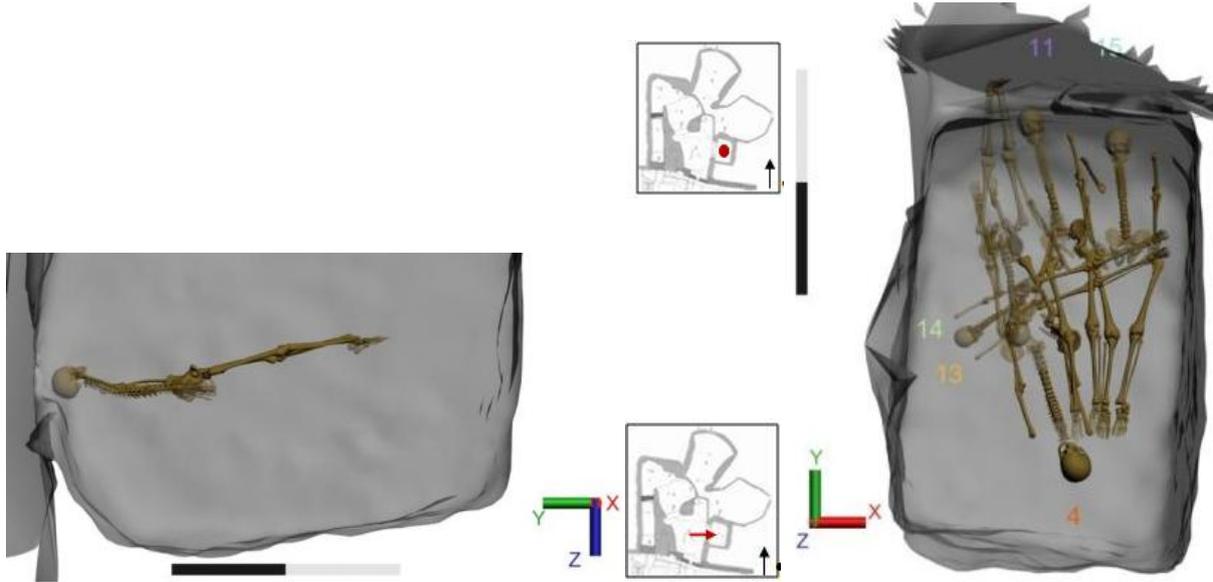


Figure 258 : Vue de la façade ouest de l'individu 11 et vue supérieure de l'individu 11 sur le 13, 4, 15 et le 14.

L'individu 14 est en décubitus, orienté ouest-est, il est donc en diagonale sur les autres individus précédemment décrits (fig. 256).

La petite taille de l'individu 14 lui permet d'être placé dans la largeur de la tombe. Le creusement le recoupe à hauteur des fémurs. La partie manquante du corps a donc été restituée en fonction de la position la plus représentée et des autres individus sur lesquels il s'appuie à savoir les sujets 16, 15, 12, 17 et 9. Le crâne est surélevé puisqu'il s'appuie sur l'individu 9, dont l'altitude est supérieure à l'individu 17.

Les membres supérieurs sont en extension. D'après la position des fémurs, le bassin devait être contraint et aurait dû rester en connexion stricte. Les membres inférieurs sont en extension, les fémurs, les tibias, les fibulas et les pieds sont parallèles. L'allure des membres inférieurs est relativement plane, seul le fémur gauche est surélevé dans sa partie proximale mais le creusement intervenant juste à cet endroit, il est difficile d'en déterminer l'axe.

L'individu 14 est déposé d'est en ouest sur l'individu 12 au niveau du genou gauche, sur l'individu 15 sur la partie proximale des fémurs, sur l'individu 16 sur le milieu de la diaphyse du fémur droit, sur l'individu 17 du bassin aux genoux et enfin sur l'individu 9 sur le bras droit et l'ilium droit. Aucune trace de plâtre n'a été observée pour cet individu (fig. 256).

L'individu 13 est également très perturbé par le creusement et très mal conservé, seul un élément de la main et de l'avant-bras ont pu être observé (fig. 257).

Cet individu a nécessité une restitution quasi-intégrale afin de l'intégrer à la scène numérique. Nous l'avons représenté en décubitus, ce qui est la position la plus courante pour cette tombe, les membres supérieurs et inférieurs en extension.

L'extrémité de la main est à une altitude plus basse que le poignet et l'extrémité distale des radius-ulna, il existe donc un faible pendage du membre supérieur et l'individu doit passer sur l'individu 14. Nous avons donc choisi de modéliser la partie supérieure du corps de l'individu 13 légèrement redressé. Les membres inférieurs sont dans l'alignement des autres individus. La position de l'individu 13 est également contrainte par la position de l'individu 4, qui est sous lui.

L'individu 11 est en décubitus, orienté nord-sud (fig. 258). Le crâne, les premières vertèbres cervicales ainsi que le membre supérieur droit sont recoupés par le creusement.



Figure 259 : Vue supérieure des trois étapes de dépôt du niveau 7.

Le crâne est restitué dans le prolongement des éléments thoraciques conservés. Le membre supérieur gauche est en extension, la main gauche sous le coxal gauche. Les membres inférieurs sont en extension. L'allure globale du corps met en évidence un pendage des pieds vers le crâne, toutefois les pieds, le bassin et le crâne sont relativement alignés, il n'y a pas d'effet de cuvette visible.

L'individu 11 repose sur l'individu 13 mais également sur les individus 4 et 15. Il repose également sur le fémur droit du sujet 14.

Les individus 16 et 17 sont déposés les premiers. Les deux individus n'étant pas en contact, il est difficile de déterminer lequel a été déposé en premier. De même, il n'est pas possible de déterminer si le dépôt des individus 15 puis 12 et 14 a été réalisé dans le même temps ou non. Il est simplement possible de dire que le dépôt de l'individu 17 est antérieur à celui de l'individu 14 qui est sur lui. Il est donc contemporain des individus 16, 15 et 12 puisque eux aussi sont antérieurs à l'individu 14, qui est également sur ces individus (fig. 259).

L'individu 15 est déposé entre les individus 16 au-dessous et 12 au-dessus. Dans les mêmes temps sont déposés les individus 9 et 4 postérieurs aux individus 16 et 17 et antérieurs à l'individu 14. Il n'est pas possible d'établir un ordre de dépôt entre les individus 9, 4, 15 et 12 car hormis les deux derniers cités, ils ne se recoupent pas. Cependant, comme pour les précédents dépôts, ceux-ci ont pu s'effectuer d'est en ouest, avec alors le dépôt du sujet 15 puis du sujet 12, du sujet 4 et enfin du sujet 9.

Un espace est ainsi laissé libre au droit de l'entrée de la tombe et tout le long de la paroi sud.

L'individu 14 est déposé en travers sur les individus précédemment cités. Les individus 13 et 11 sont les derniers déposés.

L'individu 9 fait partie des quatre individus pour lesquels aucun niveau n'était attribué. Grâce à l'analyse du modèle numérique, nous avons pu intégrer l'individu 9 à la logique des dépôts, c'est-à-dire sur l'individu 17 et sous l'individu 14.

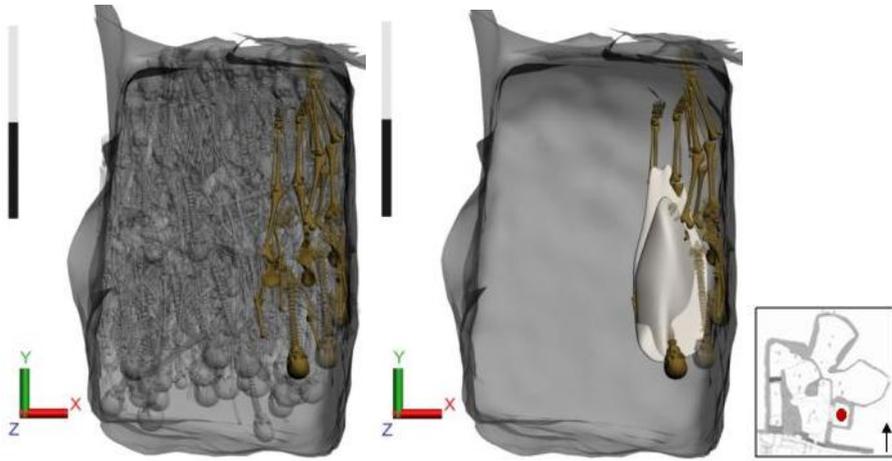


Figure 260 : Vues supérieures du niveau 8 sans et avec appareil funéraire.

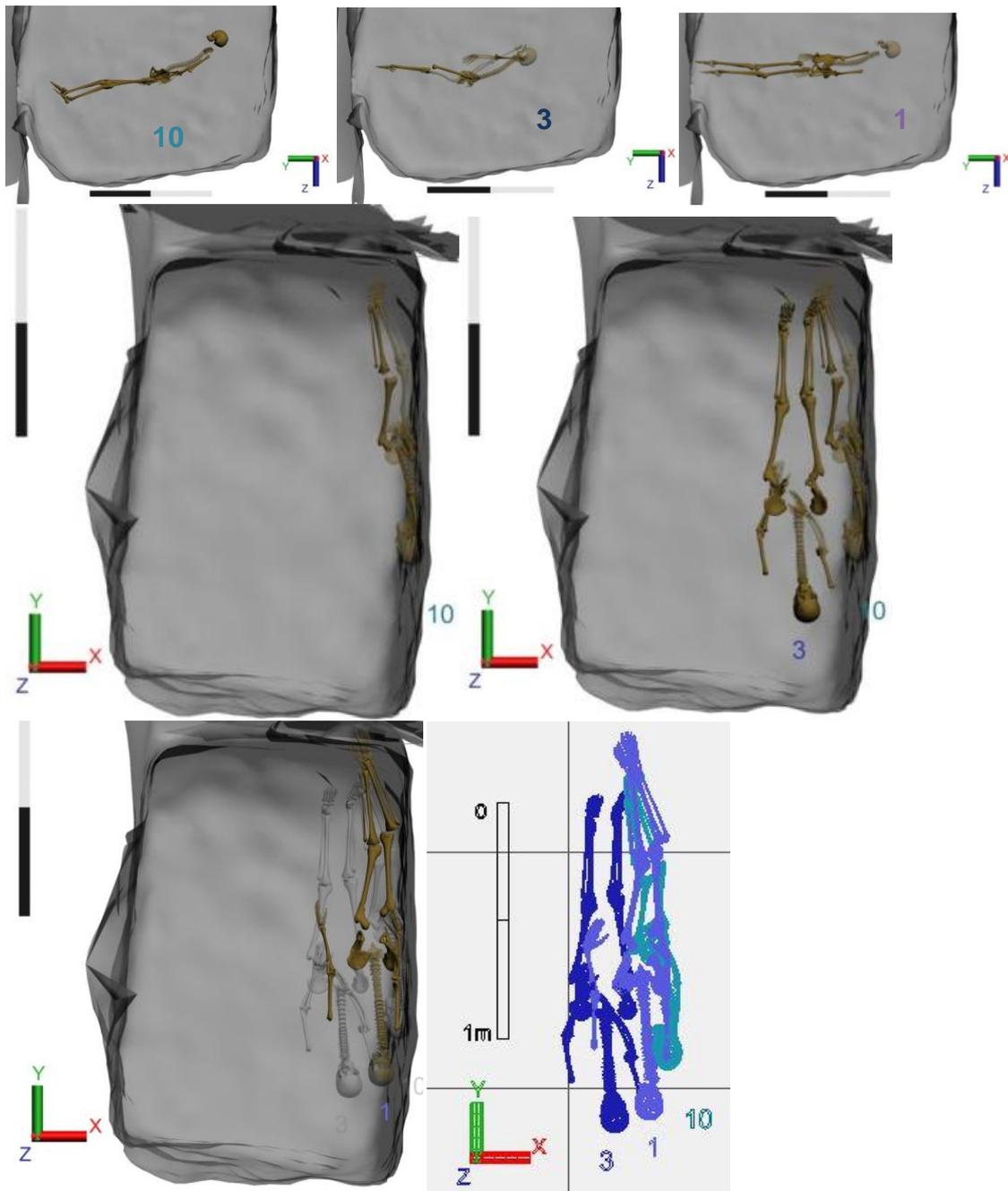


Figure 261 : Vues de la façade ouest de l'individu 10, 3et 1, vue supérieures : sujet 10, sujet 3 sur le 10 et sujet 1 sur le 10 et le 3, vue filaire du niveau 8.

Le niveau 8

Le niveau 8 est composé de trois individus tous déposés contre ou à proximité de la paroi est. Ils suivent la même orientation, à savoir, sud-nord, la tête au sud.

L'individu 10 est en position latérale droite, contraint contre la paroi est. Il est orienté sud-nord (fig. 260). Les membres supérieurs sont peu ou pas conservés, ils sont légèrement fléchis, le bras droit est à une altitude supérieure au gauche.

Le membre inférieur gauche est bien conservé contrairement au droit, le genou est légèrement déconnecté et l'angle entre le fémur et le tibia laisse penser que les genoux sont resserrés et les pieds joints. Le profil du corps montre un effet de cuvette avec le bassin à une altitude inférieure au crâne et aux pieds, si ces derniers se trouvent dans le prolongement du fémur gauche.

L'individu 3 est en décubitus orienté sud-nord (fig. 261). Les membres supérieurs sont légèrement fléchis, le long de la colonne vertébrale, les mains sont sous les coxaux. Les membres inférieurs sont en extension les genoux resserrés, les tibias parallèles. Les patellas sont restées en place, ce qui indique la présence d'une contrainte comme un appareil funéraire. La jambe gauche est à une altitude inférieure à la jambe droite. Le sujet 3 était recouvert d'une importante couche de plâtre, des épaules jusqu'aux pieds, ce qui explique le maintien de la connexion entre les patellas et les fémurs. L'allure globale du corps montre un fort pendage du crâne vers les pieds, du sud vers le nord dans la continuité du pendage initié par le niveau du sol et les individus sous-jacents. L'individu 3 n'est pas en contact avec l'individu 10.

L'individu 1 est en décubitus, orienté sud-nord, la partie droite du squelette est maintenue par la paroi (fig.261). Le membre supérieur gauche est en extension, l'humérus droit est déconnecté des radius-ulna. La main gauche est sous l'ilium gauche et apparaît en face dorsale, la main droite est également sous l'ilium droit. Le membre supérieur droit est contraint par la paroi. Les membres inférieurs sont en extension, le droit contraint par la paroi est déconnecté au niveau du genou pour suivre le relief de la paroi est, le gauche est en connexion avec le genou vers l'axe médian du corps, les chevilles sont jointes.

L'ensemble du côté droit de l'individu 1 est à une altitude inférieure au côté gauche.

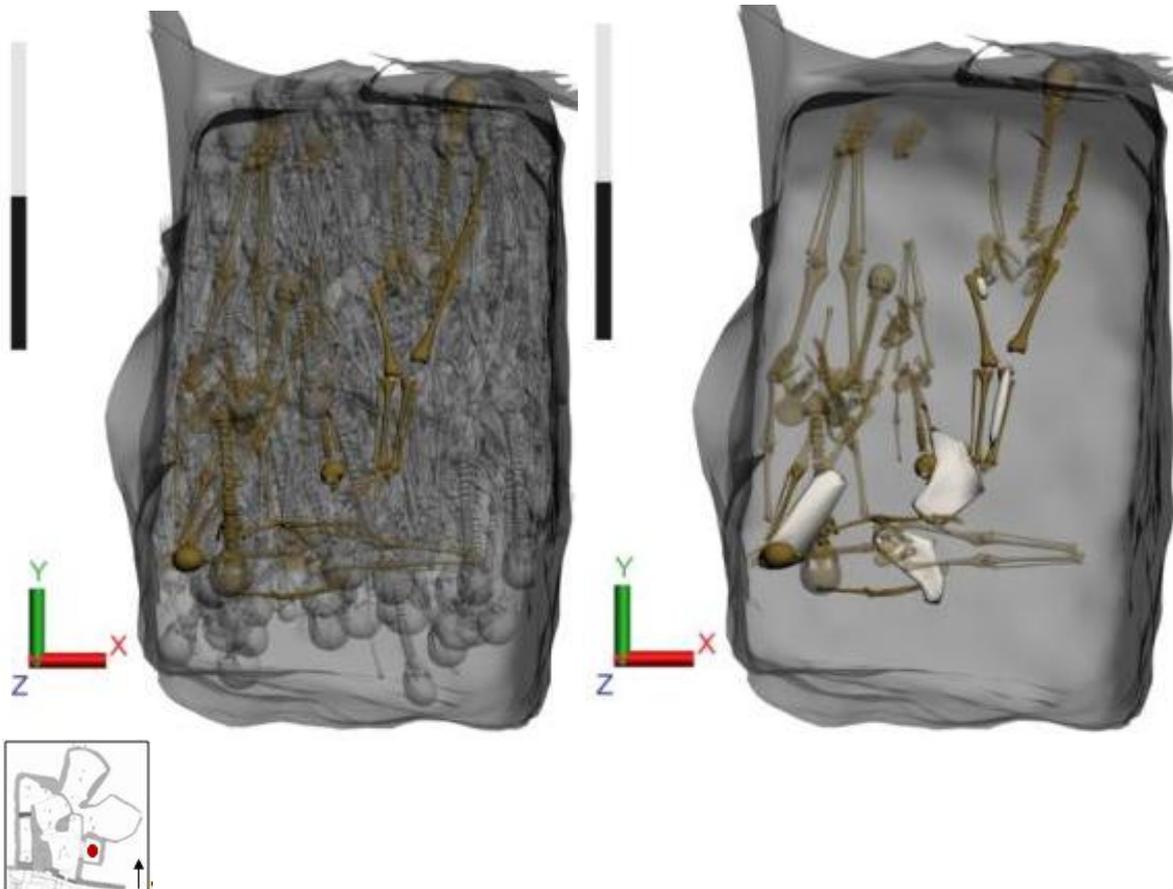


Figure 262: Vues supérieures du niveau de dépôt 9.

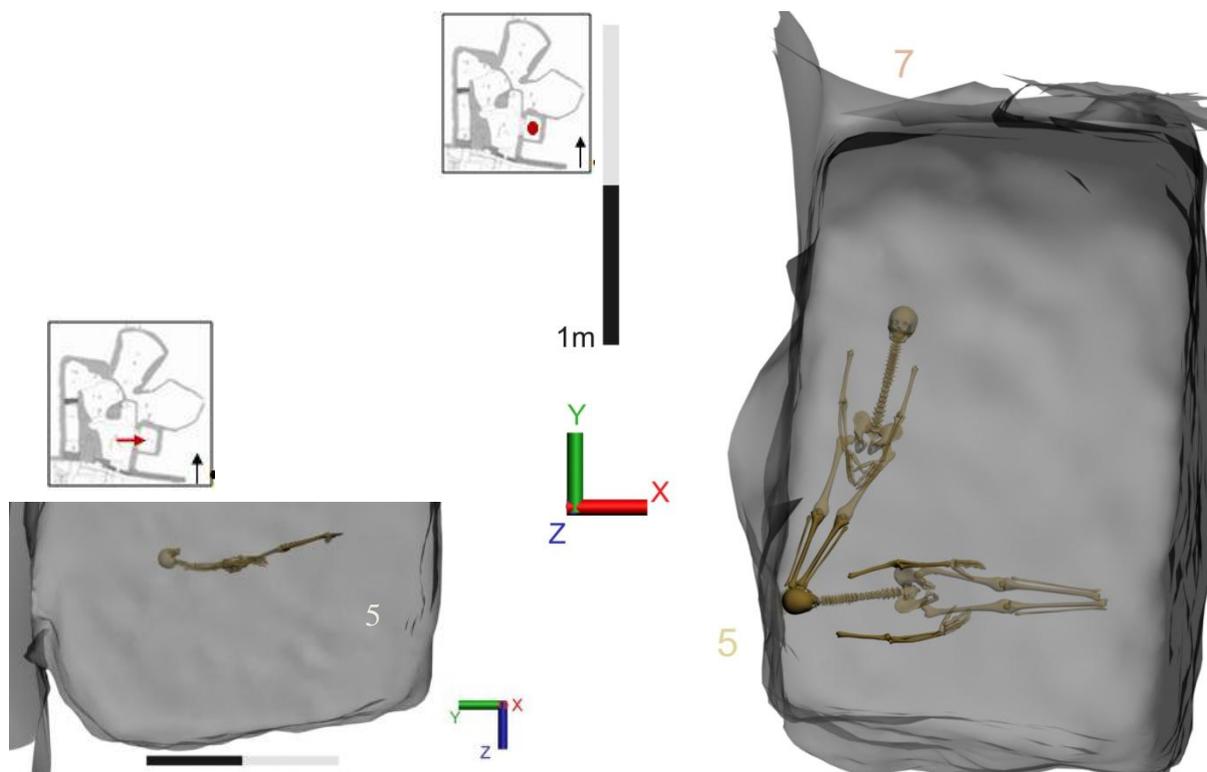


Figure 263 : Vue de la façade nord de l'individu 5 et vue supérieure des individus 7 et 5.

La différence d'altitude entre les membres supérieurs ou inférieurs laissent à penser que si cet individu possédait un appareil funéraire, celui-ci devait être suffisamment lâche pour permettre de tels déplacements. Cependant, aucune trace d'appareil funéraire n'a été mise en évidence pour cet individu.

L'individu 1 est sur les individus 3 et 10, en effet il repose sur le fémur droit et la partie supérieure de l'individu 3 et il repose entièrement sur l'individu 10 le long de la paroi est (fig. 261).

La chronologie de dépôt au sein de ce niveau est peu complexe au vu du peu d'individus. Toutefois, il n'est pas possible de déterminer qui des individus 3 et 10 a été déposé en premier. Cependant, si l'individu 10 avait été déposé avant le 3 pourquoi alors le caler autant contre la paroi, sauf si l'on sait que l'on a un grand nombre d'individu à déposer, or, ce niveau ne comporte que 2 individus supplémentaires et le niveau suivant, le 9 ne comporte que 5 individus. Il semble plus vraisemblable que l'individu 3 ait été déposé en premier suivi de 10 afin de combler l'espace laissé libre par rapport à la paroi. L'individu 1 est postérieur aux individus 3 et 10. Il est le dernier déposé de ce niveau. Comme pour les individus du niveau précédent le placement des individus 1, 3 et 10, contre la paroi est, permet de redonner une certaine horizontalité au dépôt.

Un espace est laissé libre au sud, qui pourrait être interprété comme un espace de circulation puisque celui-ci perdure depuis le premier niveau de dépôt.

Le niveau 9

Le niveau 9 est composé de cinq individus : 7, 5, 2, 8 et 6, tous recoupés par le creusement du nord de la paroi (fig. 262). Les individus de ce niveau sont mal conservés, notamment les individus 2, 7 et 8 qui ne sont représentés que par quelques éléments, de crâne ou de pieds. Le corps est donc restitué dans la position la plus fréquemment observée dans cette tombe, c'est-à-dire en décubitus, les membres supérieurs le long du corps et les membres inférieurs en extension, d'après les observations réalisées lors de la fouille.

Pour certains sujets, il n'a donc pas été possible d'observer d'éventuels effets de cuvette. Toutefois, une majorité des sujets des niveaux précédents, 7 et 8, n'en présentaient pas.

L'individu 7 est en décubitus, orienté nord-sud (fig. 263). Seuls les tibias et les pieds sont conservés, les tibias sont parallèles.

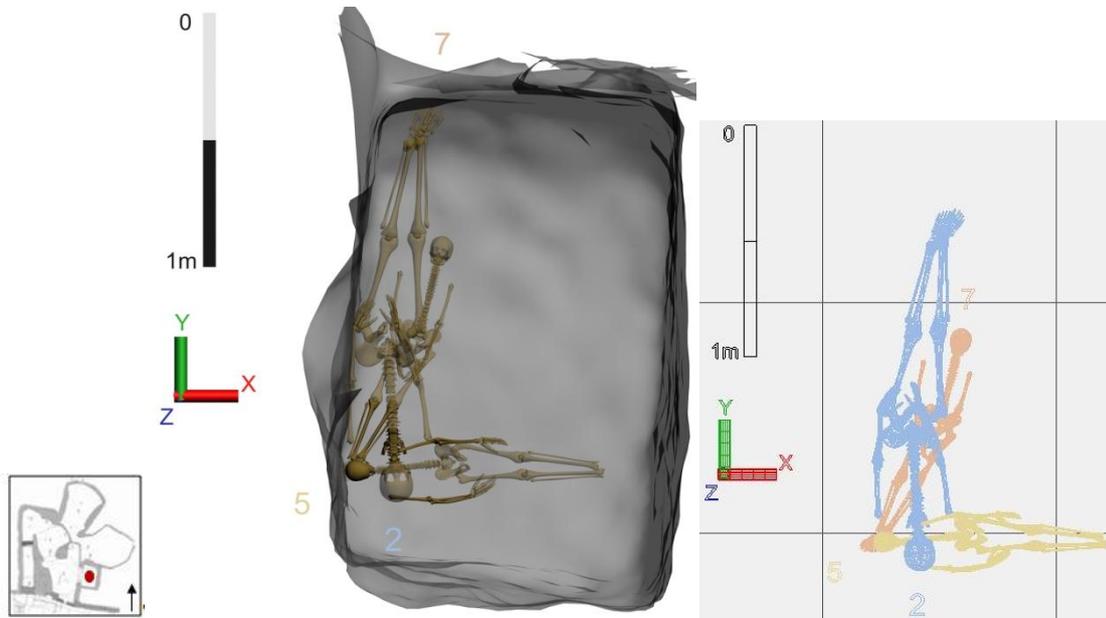


Figure 264 : Vue de la façade ouest de l'individu 2 et vue supérieure de l'individu 2 sur les individus 5 et 7.

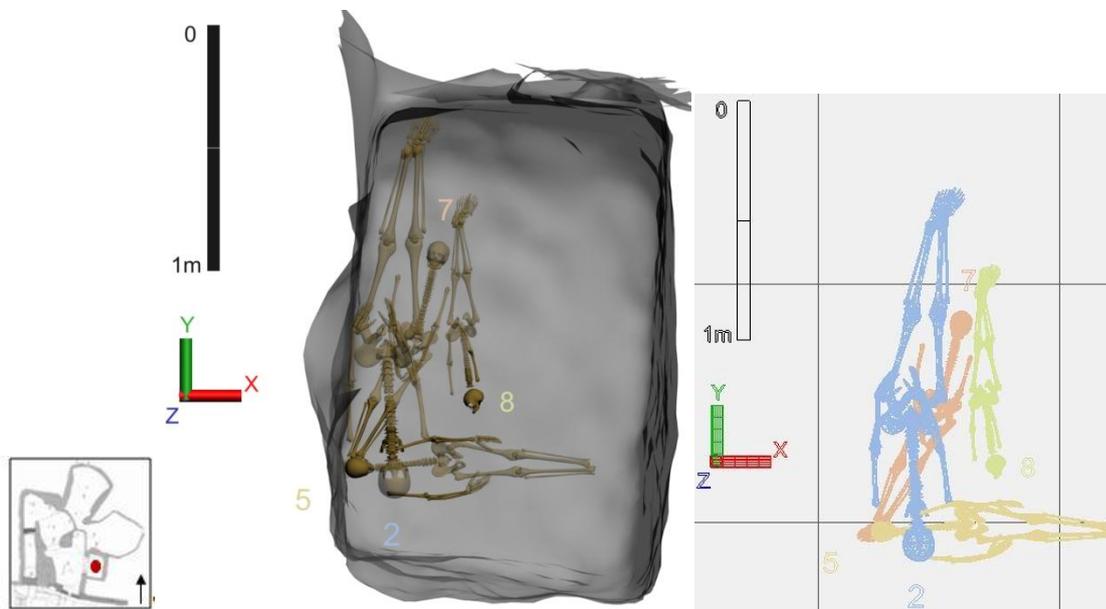


Figure 265 : Vue de la façade ouest de l'individu 8 et vue supérieure de l'individu 8 avec les individus 5 et 2.

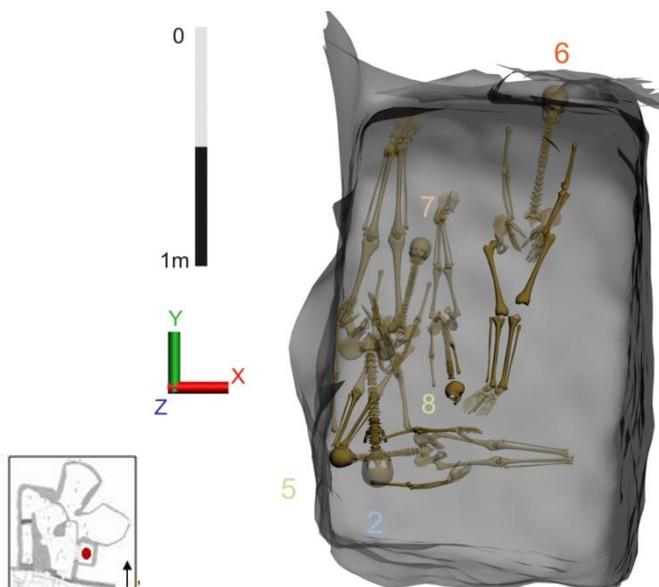


Figure 266 : Vue de la façade ouest de l'individu 6 et vue supérieure de l'individu 6.

La différence d'altitude entre la cheville gauche et l'extrémité proximale du tibia gauche montre un pendage des tibias du sud vers le nord suivant ainsi le profil du sol de la tombe. Ce pendage est probablement dû à la position des individus sous-jacents comme nous avons pu l'observer plusieurs fois.

L'individu 5 est un immature entre 1 et 9 ans, orienté est-ouest (fig. 263). Il fait partie des individus les mieux conservés de ce niveau avec l'individu 6. Il est en décubitus, les membres supérieurs en extension.

La position des membres inférieurs n'est pas connue, toutefois ils doivent reposer sur l'individu 3. La différence d'altitude entre les membres supérieurs gauche et droit est importante. Le crâne de l'individu 5 est sur les pieds de l'individu 7. Ce sujet ne possède aucun appareil funéraire.

L'individu 2 est vraisemblablement en décubitus et orienté sud-nord (fig. 264). La colonne vertébrale de l'individu 2 est en appui sur les tibias de l'individu 7 et sur l'humérus gauche de l'individu 5. Le reste du corps est restitué. Les bras sont le long du corps, les membres inférieurs en extension.

L'individu 8 est déposé également en décubitus (Figure 265 265). Les membres supérieurs et inférieurs sont restitués en extension. Le crâne de l'individu 8 apparaît par sa face latérale gauche, la face postérieure en regard des vertèbres cervicales. La colonne vertébrale a un fort pendage, il est possible que le crâne, d'abord en face antérieure, ait au vue de l'altitude supérieure basculé. L'individu 8 n'est sur aucun autre individu, il fait donc partie des premiers déposés tout comme l'individu 7.

L'individu 6 est en décubitus, la partie droite du haut du corps est recoupée par le creusement (fig. 266). Le membre supérieur gauche est en extension, la main gauche sur la partie proximale du fémur.

Les membres inférieurs sont en extension, les genoux resserrés comme les chevilles, les tibias sont parallèles. L'individu 6 ne repose sur aucun individu, il occupe la partie nord-est de la tombe alors que les dépôts du niveau 9 sont concentrés dans la partie ouest et sud. Une bande de plâtre est présente sur le tibia gauche de ce sujet.

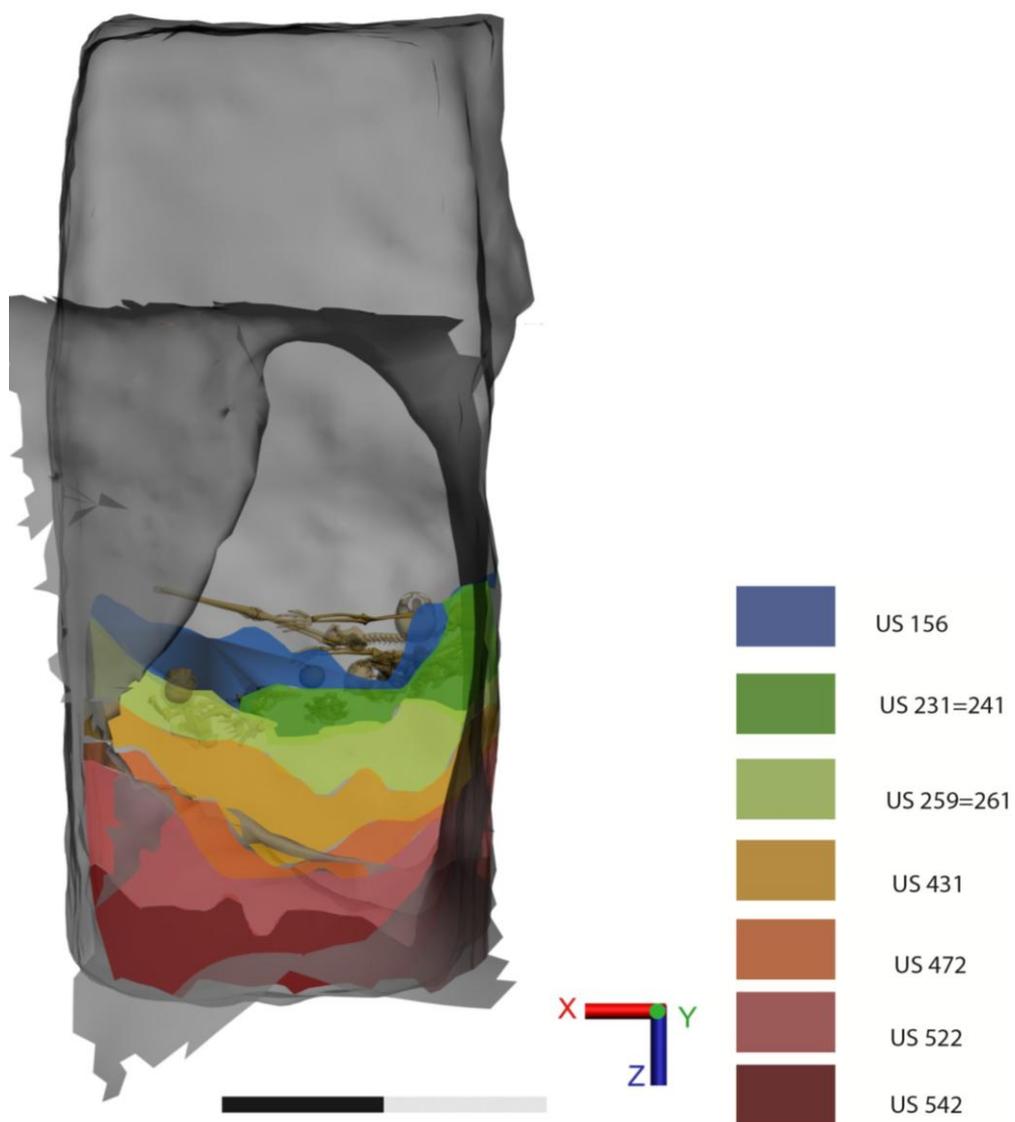


Figure 267 : Vue de la façade sud, du niveau 9 dans et sur la passe de sédiment US 156, en bleu).

La chronologie de ce dépôt est particulièrement difficile à appréhender car les individus sont mal conservés et recoupés, il fut donc difficile de réaliser des observations lors de la fouille. La modélisation de ce niveau a donc été particulièrement utile pour confirmer les hypothèses archéologiques, notamment pour les recouvrements. Les premiers individus déposés sont les sujets 7 et 8 dans les mêmes temps. Le sujet 5 est ensuite déposé sur le sujet 7, le sujet 2 sur le sujet 5. Le sujet 6 est quant à lui sur le sujet 8. Les deux groupes d'individus n'ayant aucune relation, il n'est pas possible de déterminer lequel est déposé en premier. Toutefois, nous pouvons remarquer que l'individu 6 est déposé le long de l'individu 3 et que l'alignement du fémur avec le tibia pourrait être induit par un effet de paroi généré par l'individu 3. Selon une logique de dépôt d'est en ouest, l'individu 8 serait le premier déposé, puis le 7 et dans une deuxième étape, les individus 6, 5 et 2 seraient déposés. Le placement des individus 5 puis 2 gênent l'accès à l'entrée, il semble donc plus probable qu'ils aient été installés en dernier.

Un espace libre dédié à la circulation est visible au sud de la tombe. Le placement de ces individus au sein de la tombe permet là encore de retrouver une certaine horizontalité des dépôts après le niveau 8 où l'ensemble des individus étaient disposés le long de la paroi est. Les individus du niveau 9 reposent juste sur les derniers niveaux de sédiments voire ne sont pas inclus dedans car la conservation à cette hauteur, le recoupement et la manière dont ont été réalisées les coupes¹⁰⁵ les excluent de cette couche alors qu'ils y appartenaient très certainement (fig. 267).

Un important creusement (l'unité stratigraphique 421), le long de la paroi nord, est postérieur au dépôt de l'ensemble des individus. Il affecte de manière dégressive les trois derniers niveaux de dépôts, le niveau 1 est le plus atteint, le niveau 3 est peu atteint.

¹⁰⁵ La réalisation de deux coupes a permis d'obtenir une restitution de la couche d'unité stratigraphique, toutefois il n'est pas possible d'appréhender toutes ces variations notamment sa présence sur plus ou moins d'épaisseur à des endroits localisés qui auraient pu englober les individus du niveau 9.

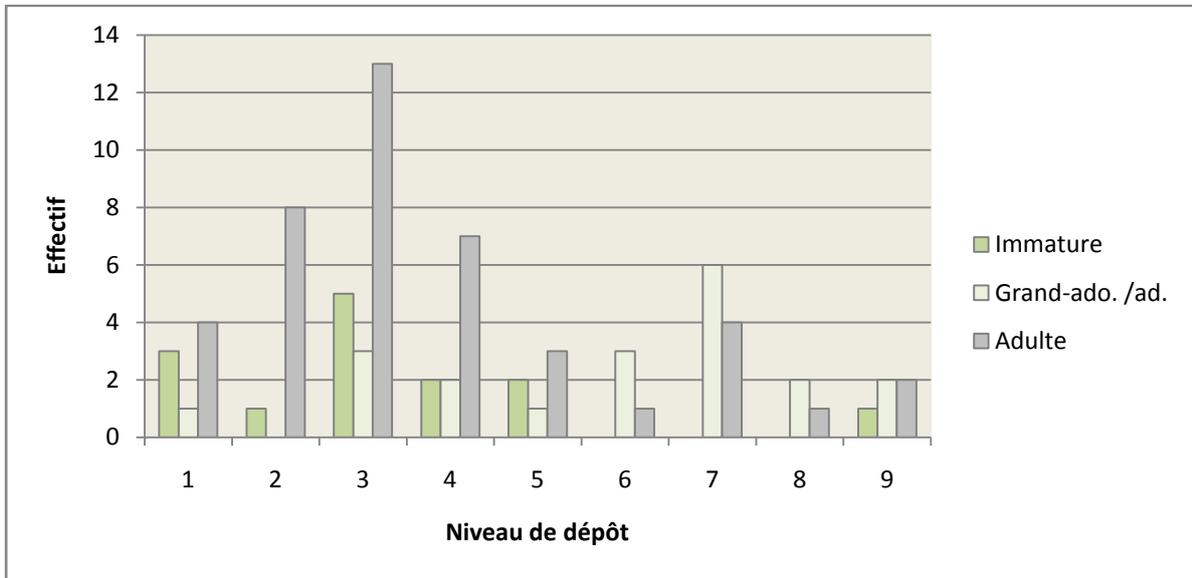


Figure 268 : Répartition des immatures par niveau de dépôt.



Figure 269 : Vue supérieure du niveau 1 et des sujets immatures 74, 71 et 80 sur l'adulte 73.

III.1.1.2. Étude de la répartition des sujets immatures

Sur 76 individus déposés dans la tombe 16, 14 sont des sujets immatures répartis entre cinq classes d'âge, un de 0-1 an, quatre de 1-4 ans, 3 de 5-9 ans, une classe élargie avec de 3 individus pour 1-9 ans et 3 pour les 10-19 ans. On peut noter un déficit dans les premières classes d'âge mais il convient de rester prudent quant à la représentativité de l'échantillon pour un profil démographique, compte tenu de la mauvaise conservation des vestiges. A l'inverse, un grand nombre d'adolescents ou de grand-ado./ad. a été identifié (20). Les individus des classes d'âge établis sont présents dans les niveaux les plus profonds, de 1 à 5, à partir du niveau 6 seuls les grand-ado./ad. sont observés. Au niveau 9, un sujet immature a pu être identifié à partir de quelques vestiges osseux épargnés par le creusement (fig. 268). Cette différence peut être mise en rapport avec la conservation des niveaux et le profil démographique des épidémies qui touchent au fur et à mesure des classes d'âge différentes (Castex *et al.* 2011 : 279).

Le niveau 1 compte quatre adultes pour trois immatures, un (74) de la classe 1-4 ans, deux (80 et 71) de la classe des 5-9 ans (fig. 269). Les immatures de ce niveau sont situés contre la paroi est, au contact du même individu adulte (73). Ils sont tous les trois en décubitus.

L'individu 80 est recouvert de plâtre du haut du thorax jusqu'aux pieds alors que l'individu 71, qui appartient à la même classe d'âge et qui est sur l'individu 80, n'en a pas. L'individu 74 bénéficie d'un appareil funéraire semblable à celui des adultes, il est recouvert de plâtre du haut du thorax jusqu'aux pieds inclus. La différence d'appareil funéraire ne semble donc pas forcément liée à l'âge du cadavre mais pourrait être dans ce cas précis être liée à la position de l'individu 71. En effet, l'individu 71 est déposé en décubitus mais l'allure globale du corps montre qu'il est redressé contre la paroi nord. Les immatures de ce niveau sont placés sur le même individu et ont été déposés par étape, l'individu 80 fait partie des premiers déposés, les individus 71 et 74 appartiennent à la dernière étape de dépôt et sont en appui sur la paroi dans des espaces laissés libres par les individus déposés précédemment. Leur format est adapté pour remplir ces espaces.

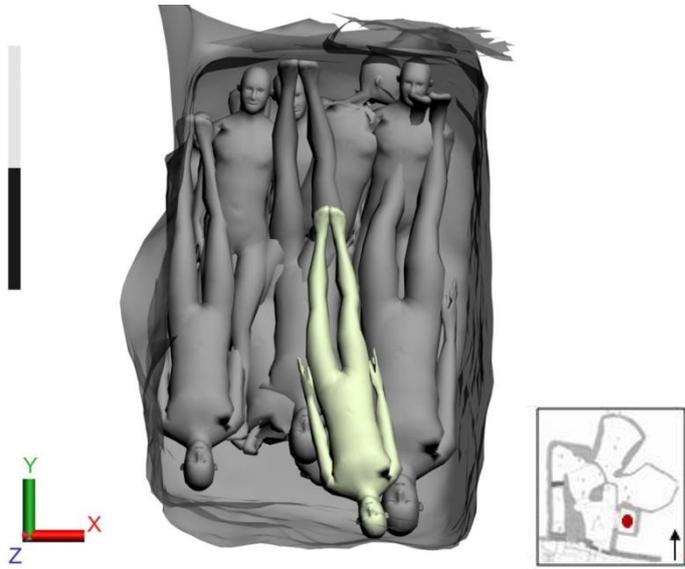


Figure 270 : Vue supérieure du sujet immature 64.

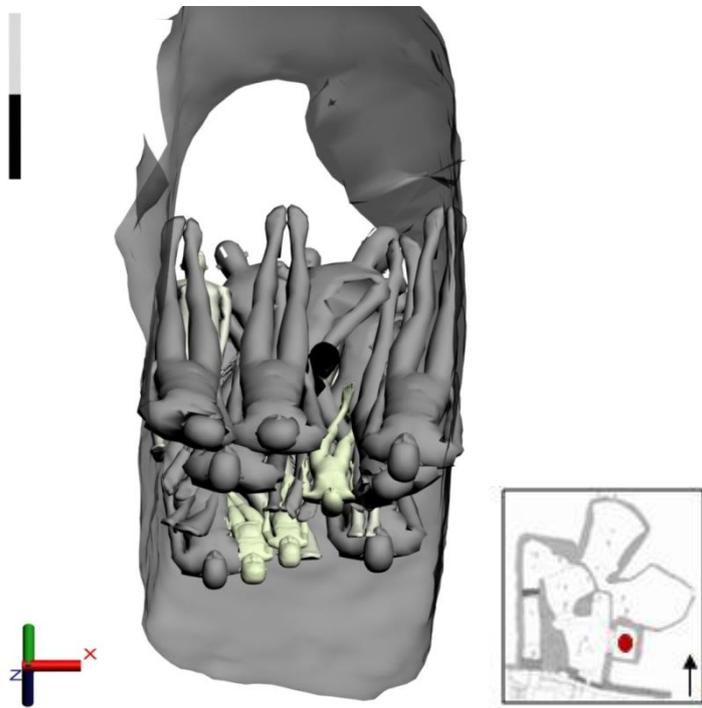


Figure 271 : Vue $\frac{3}{4}$ supérieure de la façade sud du niveau 3.

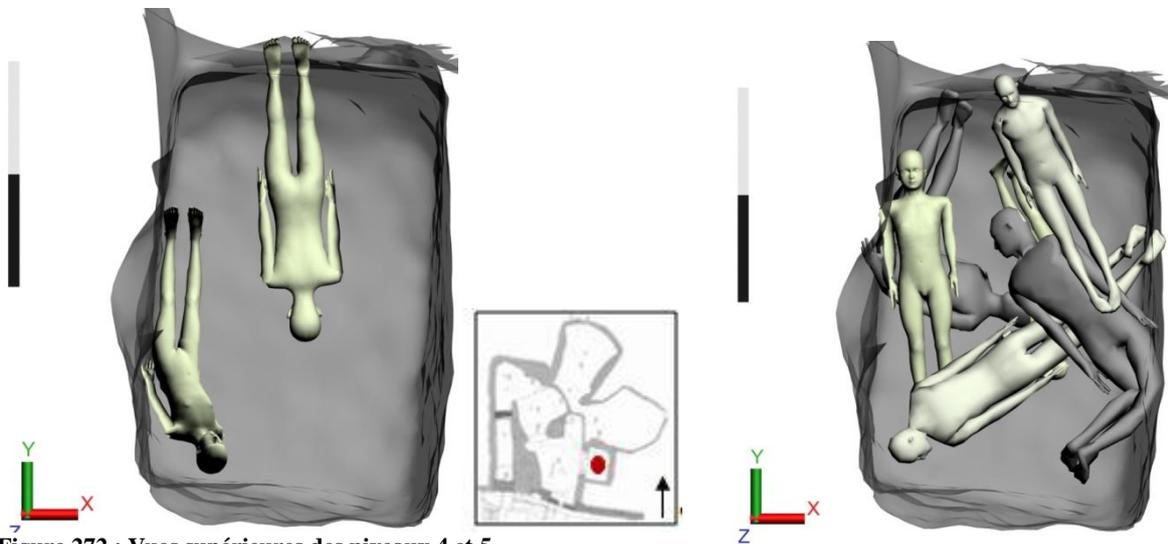


Figure 272 : Vues supérieures des niveaux 4 et 5.

Le niveau 2 compte un immature (64) pour sept adultes (fig. 270). Il appartient à la classe des 10-19 ans. Il est en décubitus et aucun appareil funéraire n'a été identifié. Il fait partie des derniers individus déposés comme les individus 71 et 74.

Le niveau 3 est le niveau qui contient le plus d'individus et il est composé de cinq immatures pour treize adultes et trois grand-ado./ad. (fig. 271).

Les sujets immatures appartiennent à la classe des 0-1 an (58), des 1-4 ans (50, 52, 61) et des 5-9 ans (47). Les sujets immatures sont principalement situés dans la partie inférieure du dépôt. Les individus 58, 50 (en procubitus), 61 et 47 sont entièrement recouverts de plâtre, seul l'individu 52 n'en possède pas. L'individu 52 appartient à la classe des 1-4 ans, il est dans la même position que les autres individus. Les sujets les plus jeunes de 0 à 4 ans sont inclus dans les deux premières étapes de dépôt alors que l'individu 47 s'intègre dans la quatrième étape de dépôt. Se pose alors la question d'une sélection des corps avant le dépôt. En effet, les premiers déposés sont les individus les plus jeunes de format réduit, il est alors plus facile de combler les espaces libres avec ces individus.

Le niveau 4 compte deux sujets immatures pour sept adultes et deux grand-ado./ad., l'un (36) de la classe des 1-9 ans, l'autre (31) de la classe des 10-19 ans (fig. 272). L'individu 36 est plaqué contre la paroi ouest, et comme l'individu 71 contre la paroi est, aucune trace de plâtre n'a été observée. L'individu 31 est quant à lui en procubitus mais il est perturbé par le creusement. Aucun appareil funéraire n'a été mis en évidence.

L'absence d'appareil funéraire des individus 36 et 71 pourrait s'expliquer par leur localisation et leur position, s'ils étaient pris dans une gangue de plâtre, il aurait été plus difficile de les disposer de la sorte.

Le niveau 5 comporte deux immatures pour quatre adultes et un grand-adolescent/adulte. L'individu 26 appartient à la classe des 1-9 ans et l'individu 28 appartient au 10-19 ans (fig. 272). Ces deux immatures sont en décubitus alors que les adultes de ce niveau sont dans des positions particulières. Aucun de ces sujets immatures ne possède d'appareil funéraire.

Le niveau 9 comporte un sujet immature, l'individu 5 qui appartient à la classe des 1-9 ans, il est déposé en décubitus, sans aucun appareil funéraire.

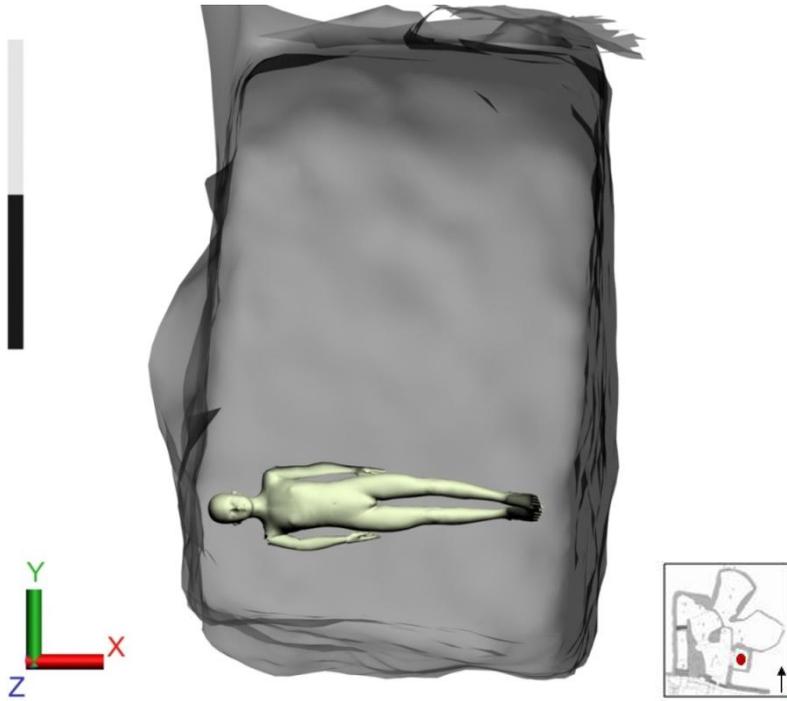


Figure 273 : Vue supérieure du sujet immature 5 du niveau 9.

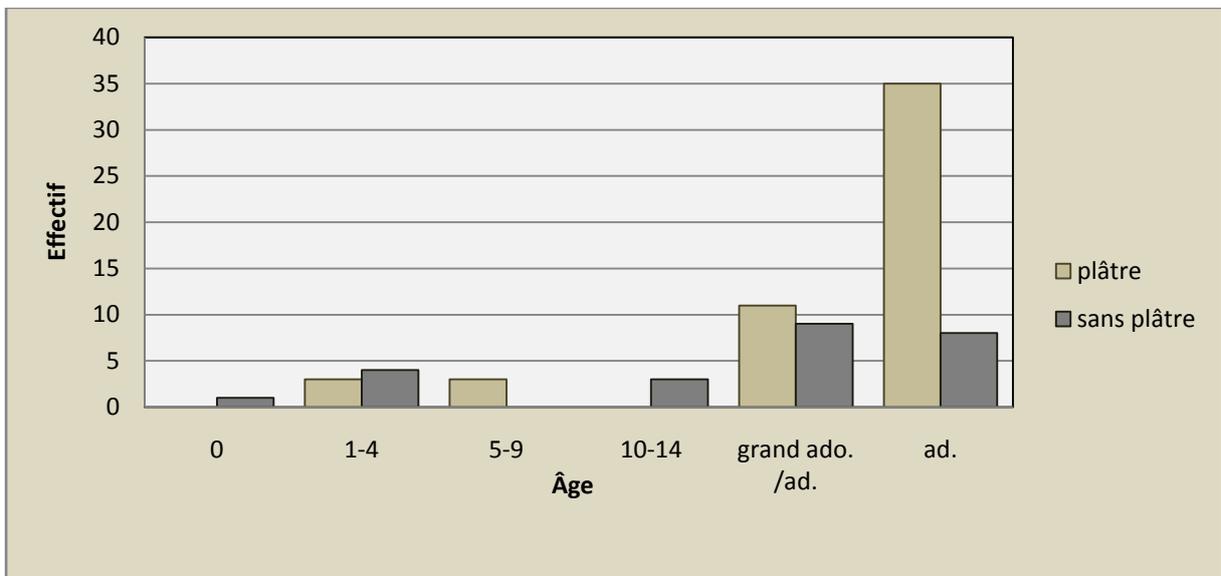


Figure 274 : Diagramme de répartition de la présence de plâtre en fonction de l'âge.

Sa petite taille a permis de le positionner dans le sens de la largeur en est-ouest (fig. 273). C'est le seul sujet immature dont le format est utilisé pour être déposé selon cette orientation. Les autres individus immatures sont orientés majoritairement selon l'axe nord-sud même lorsqu'ils sont d'un format moins important.

Aucun sujet immature n'est présent dans les niveaux 6 à 8. Pourtant ces niveaux contiennent de nombreux individus, dont l'âge n'a pu être déterminé, et qui sont classés entre grand-ado./ad. et adultes. L'absence de sujets immatures au sein de ces niveaux peut s'expliquer par la pulvérescence des os qui n'aurait pas permis de les reconnaître, par un changement de phase dans le profil épidémique, ou encore par leur inhumation dans une autre des tombes utilisées durant la même période du secteur central. La répartition des sujets immatures est très aléatoire, toutefois il apparaît qu'ils sont souvent placés de sorte à combler des espaces laissés vacants (71, 36, 58 entre autres) ou parce que leur format permet de les positionner selon l'axe ouest-est.

Les sujets immatures, pour lesquels un appareil funéraire a été observé appartiennent à des classes d'âge différentes. Toutefois, la totalité des 5-9 ans sont recouverts de plâtre alors que les 1-9 ans et les 10-19 ans n'en possèdent pas (fig. 274).

Pour établir un diagramme de relation entre l'âge et le plâtre et effectué un test de corrélation, nous avons appliqué le principe de conformité ou de minimisation des anomalies qui consistent à répartir les immatures entre deux classes d'âge tels les 1-9 et les 10-19 ans (Bocquentin 2001 : 97, Sellier 1996). Le diagramme ainsi que le test du khi-deux ont permis de mettre en évidence qu'il existait une forte corrélation entre l'âge et la présence de plâtre pour les sujets immatures¹⁰⁶.

La présence ou l'absence de plâtre serait peut-être à mettre en relation, avec l'âge des inhumés, mais également avec la manière dont ils sont disposés dans la tombe. En effet l'individu 80 fait partie des premiers déposés et possède le même appareil funéraire que les adultes de ce niveau. Il est en décubitus les membres en extension, sa position n'est pas contrainte par les autres individus ou l'espace de dépôt. L'individu 36 est, lui, déposé le long de la paroi est et comble un espace laissé libre entre la paroi et un autre individu, aucune trace de plâtre n'a été mise en évidence.

¹⁰⁶Pour un nombre de degré ν de 4, le χ^2 est entre 0,90 et 0,95 (Annexe 8).

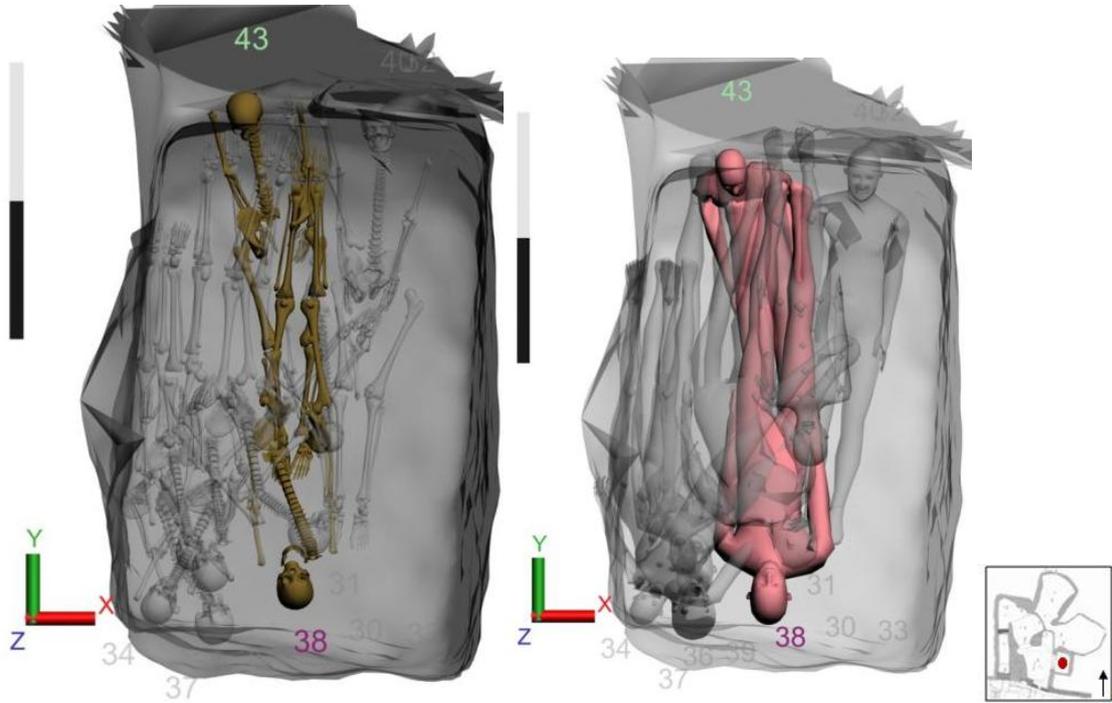


Figure 275 : Vues supérieures des individus 38 et 43 de sexe féminin du niveau 4.

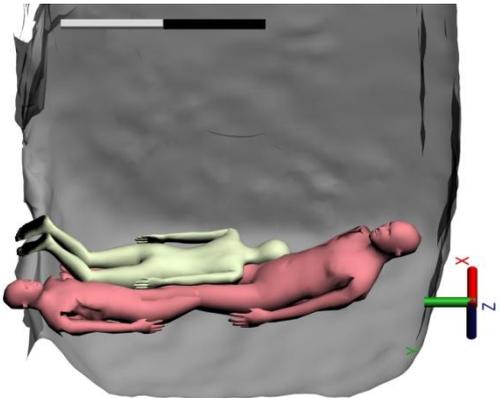


Figure 276 : Vue de 3/4 des individus 38 et 43 (rose) et 31.

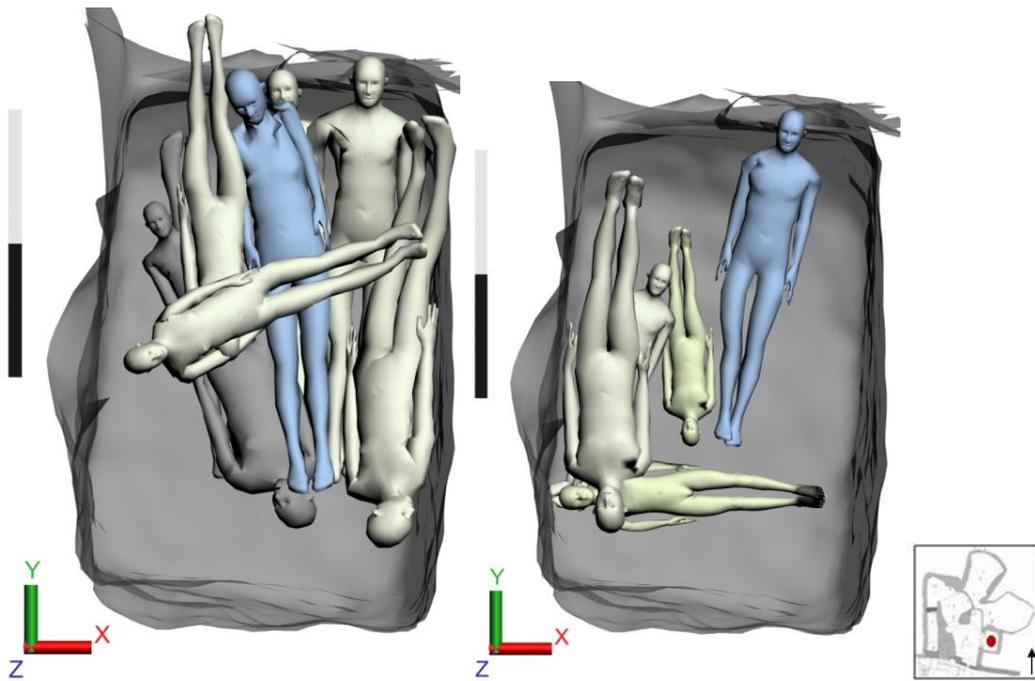


Figure 277 : Vue supérieure du niveau 7 (à droite) et du niveau 9 (à gauche).

Il est difficile d'appréhender *a posteriori* ce qui a pu entraîner ces choix quant à l'attribution ou non d'un appareil funéraire, il faut peut-être envisager une question de statut, puisque certains individus adultes n'en bénéficient pas non plus.

La conservation des ossements étant particulièrement mauvaise, il est également envisageable que l'appareil funéraire de certains individus ait disparu par l'action de la percolation, l'environnement humide (Castex *et al.* 2009 : 293).

III.1.1.3. Étude de la répartition des sujets masculins et féminins

La conservation de la tombe 16 n'a permis de déterminer le sexe de quatre adultes (38, 43, 11 et 06). Ces individus sont pour deux d'entre eux des femmes et appartiennent au niveau 4 (38 et 43), et pour les deux autres sujets des individus probablement de sexe masculin identifiés dans le niveau 7 (11) et le niveau 9 (6).

Les deux individus de sexe féminin, 38 et 43, appartiennent au niveau 4 (fig. 275). Ces sujets féminins sont en décubitus, déposées tête-bêche et appartiennent à deux étapes de dépôts différents. L'individu 43 fait partie des premiers déposés et l'individu 38 se positionne sur ce dernier. Le sujet 31, un immature dont l'âge est estimé entre 1 et 9 ans reposent sur l'individu 38, tête bêche avec ce dernier, en procubitus. L'individu 38 est également recouvert partiellement par l'individu 31 (fig. 276). Il est difficile de mesurer s'il existe une intentionnalité dans ce geste de dépôt mais aucun argument ne nous permet de trancher.

Le premier individu de sexe masculin possible est situé dans le niveau 7. Il est situé au centre de la tombe parmi des sujets grands-ado./ad. sans distinction apparente (fig. 277).

Le second sujet appartient au niveau 9. Il est déposé dans la partie centrale de la tombe, il n'est en contact avec aucun autre individu.

Les deux sujets de sexe masculin sont déposés en décubitus, dans la partie centrale de la tombe, le crâne en appui contre la paroi selon l'axe nord-sud. Toutefois, au vu du peu d'éléments dont nous disposons, il n'est pas possible de pousser plus en avant la réflexion sur leur localisation au sein de la tombe et si elle revêt ou non un statut particulier.

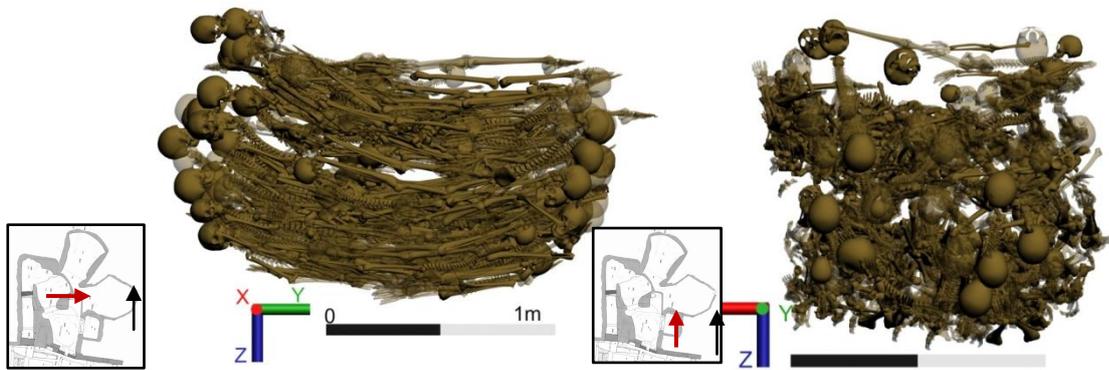


Figure 278 : Vues de la façade ouest de la tombe et des dépôts et vue de la façade nord de la tombe et des dépôts.

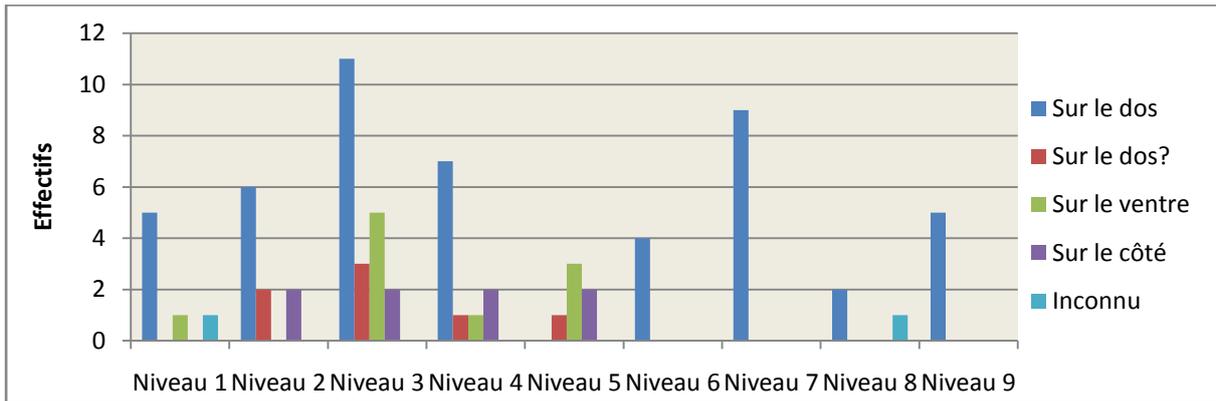


Figure 279 : Diagramme de répartition des positions par niveau de dépôt.

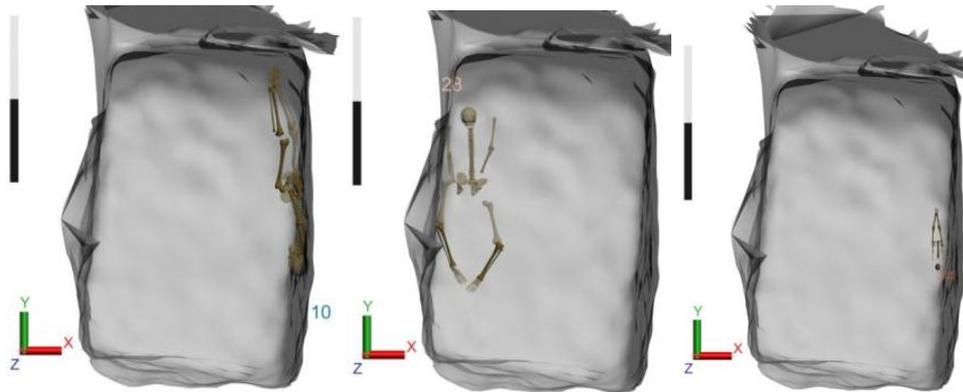


Figure 280 : Vues supérieures des individus 10, 28 et 74.

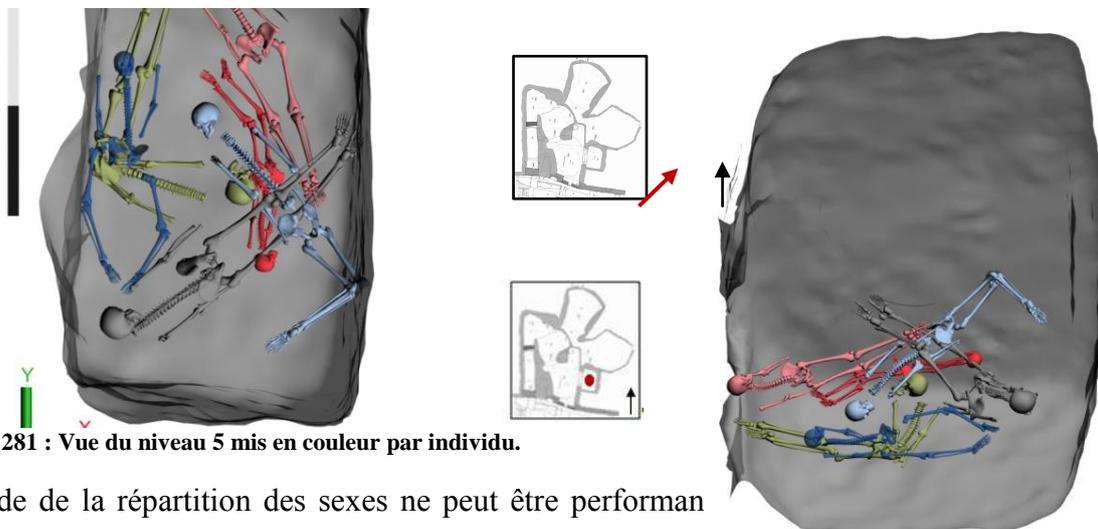


Figure 281 : Vue du niveau 5 mis en couleur par individu.

L'étude de la répartition des sexes ne peut être performante sur un grand nombre d'individus sexués. Toutefois, il est intéressant de s'attarder sur ces cas de dépôts. En effet,

ceux-ci pourront peut-être être expliqués à la lumière des résultats obtenus dans les autres tombes du secteur central. La scène numérique nous a, de plus, permis de visualiser rapidement où ces individus se situaient parmi le grand nombre d'indéterminés et d'appréhender au sein de la tombe leur position, plutôt centrale.

III.1.2. Gestion de la tombe 16

III.1.2.1. Éléments de réflexion sur les pratiques funéraires : homogénéité et disparité

La position des corps : des dépôts atypiques ?

La morphologie de la tombe 16 a conditionné les dépôts. En effet, les dépôts d'individus adultes allongés en extension ne peuvent se faire que selon l'axe nord-sud ou sud-nord (fig. 278). La position des corps est donc tributaire de la taille de la tombe. Cependant quelques individus sont déposés en diagonale ou le haut du corps redressé et en appui contre la paroi, tels que les individus 47, 48 et 51 du niveau 3 entre autres (fig. 279).

Les individus sont majoritairement en décubitus, les autres positions de dépôts correspondent au procubitus ou au dépôt sur le côté. Pour les individus les moins bien conservés il n'a pas été possible de déterminer leur position, c'est le cas des individus 10, 28 et 74, un choix de restitution a donc dû être opéré (fig. 280).

Les positions des individus du niveau 5 dénotent par rapport aux autres niveaux de dépôts. En effet, parmi les six individus déposés aucun n'est déposé sur le dos et ne suit l'orientation nord-sud privilégiée à l'exception de l'immature 26 (fig. 281).

De plus, les individus en procubitus ou sur le côté, présentent des déconnexions des articulations, des angles entre partie supérieure et inférieure d'environ 90 degrés alors qu'ils sont recouverts d'une couche de plâtre. Il est difficile de déterminer si la position des individus découle d'un geste intentionnel ou non, il semblerait plutôt que ces sujets aient été jetés depuis l'entrée, hypothèse déjà avancée par ailleurs lors de la fouille de ce niveau (Castex *et al.* 2007 : 277).

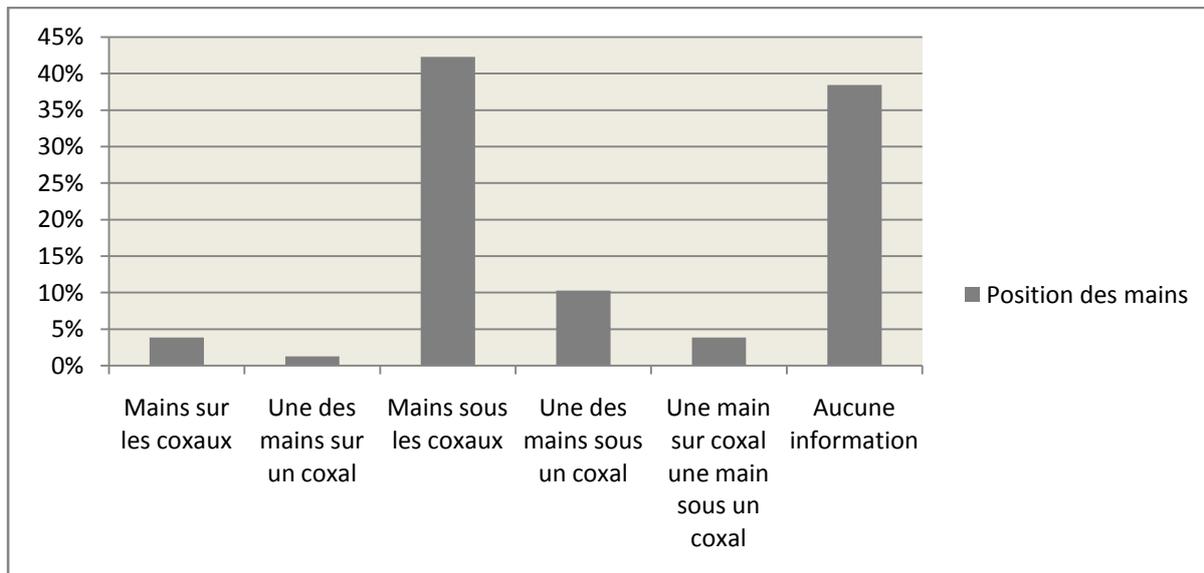


Figure 282 : Diagramme de répartition de la position des mains des individus de la tombe 16.

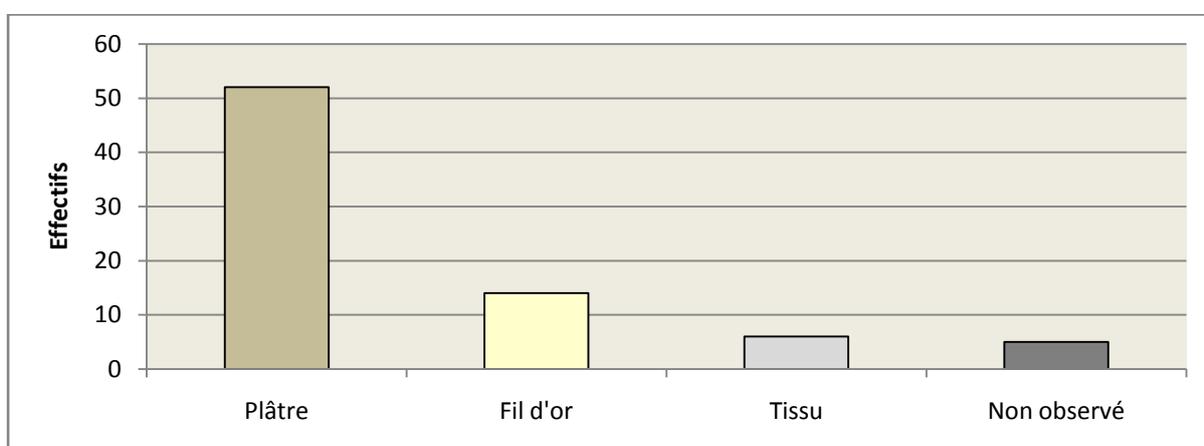


Figure 283 : Diagramme de répartition des différents éléments de l'appareil funéraire, tombe 16.

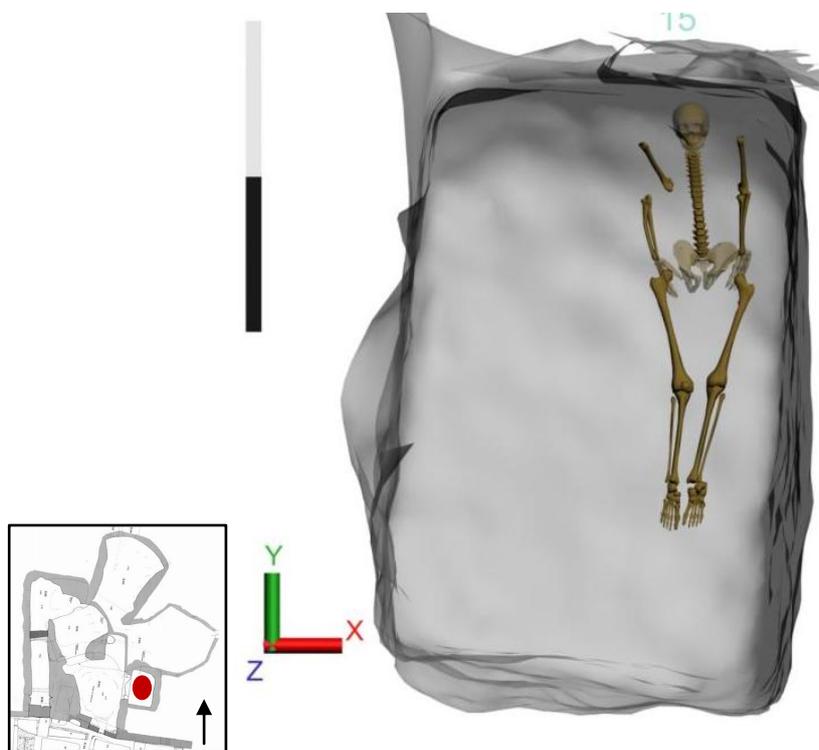


Figure 284 : Vue supérieure de l'individu 15.

La position de l'individu 24 pourrait aller dans ce sens avec un dépôt en procubitus selon un axe nord-ouest/sud-est, avec les jambes en appui sur la paroi qui se sont renversées lorsque l'articulation du genou s'est disloquée (en bleu clair sur la figure 281). L'organisation des autres niveaux de dépôts montre que la rationalisation de l'espace est importante avec le positionnement des individus tête-bêche¹⁰⁷, les pieds joints et le dépôt des individus immatures dans les espaces laissés libres contre la paroi. La position des mains n'est pas connue pour l'ensemble des individus, il a donc été nécessaire de la restituer. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur la position des radius-ulna et sur les indications fournies par les observations de terrain. Pour les individus pour lesquels aucune information n'était disponible, nous avons dû opérer un choix. Dans le cadre de la restitution, nous avons considéré que la position des mains sous le bassin était dominante comme le confirme le diagramme ci-à côté¹⁰⁸ (fig. 282). Il est important de noter que pour les individus en procubitus la position des mains est identique aux individus en décubitus, elles sont en arrière des coxaux, contre la face postérieure, vraisemblablement la présence d'un appareil funéraire contraignant composé de plâtre et de tissu a entravé le mouvement des mains. Il n'y a pas d'inversion de la position des mains en fonction du dépôt, lorsque l'individu n'est pas déposé sur le dos mais sur le ventre, elles demeurent en arrière des coxaux. Il s'agit donc vraisemblablement d'un choix délibéré lors du traitement présépulcral des corps qui n'est pas tributaire de la position de dépôt. La face d'apparition des mains sous les coxaux peut être autant palmaire que dorsale, celle-ci n'a, néanmoins, pas toujours pu être reconnue au vu de la conservation. Pour deux individus seulement (1 et 53), la face d'apparition des mains a pu être documentée. Pour la restitution et sans aucune autre indication, nous avons choisi de les représenter en face palmaire.

L'appareil funéraire : une sélection ?

L'appareil funéraire de la tombe 16 se compose de plâtre recouvert de tissu. Aucune trace de tissu n'a été identifiée à l'intérieur du plâtre. La présence de plâtre est attestée pour près de 50 sujets sur les 76 (fig. 283). L'absence de plâtre ne signifie pas forcément l'absence d'appareil funéraire, celui-ci peut avoir disparu au vu des conditions de conservation. De plus, la position de certains individus tel que l'individu 15 du niveau 7, chevilles jointes et genoux resserrés est liée à une contrainte qui a maintenu les membres dans cette position (fig. 284).

¹⁰⁷ Le positionnement tête-bêche permet d'alterner les largeurs d'épaules.

¹⁰⁸ Les mains sous les coxaux représentent 42,3 % des positions observées. Toutefois dans 22% des cas la position n'a pu être déterminée.

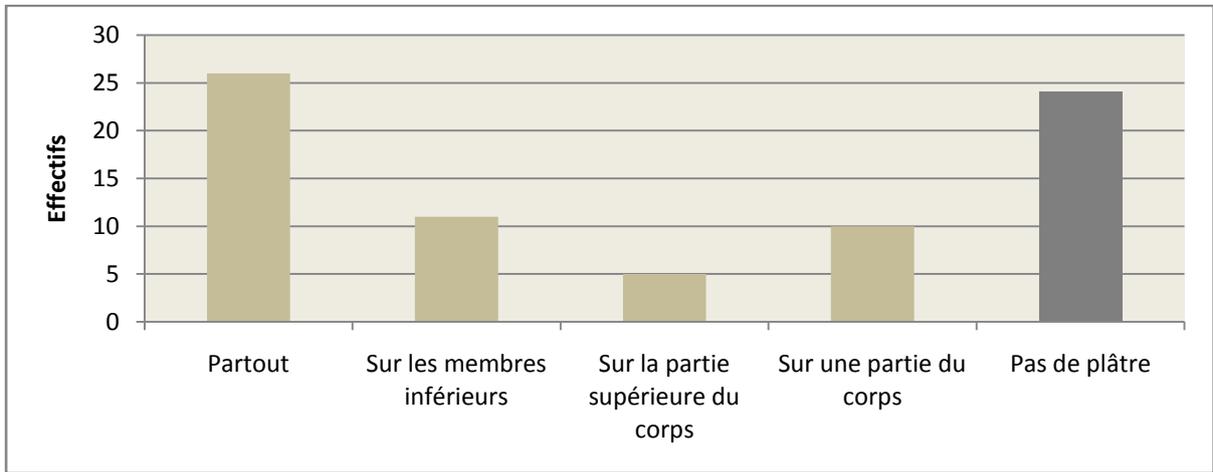


Figure 285 : Diagramme de répartition du plâtre selon les régions anatomiques.

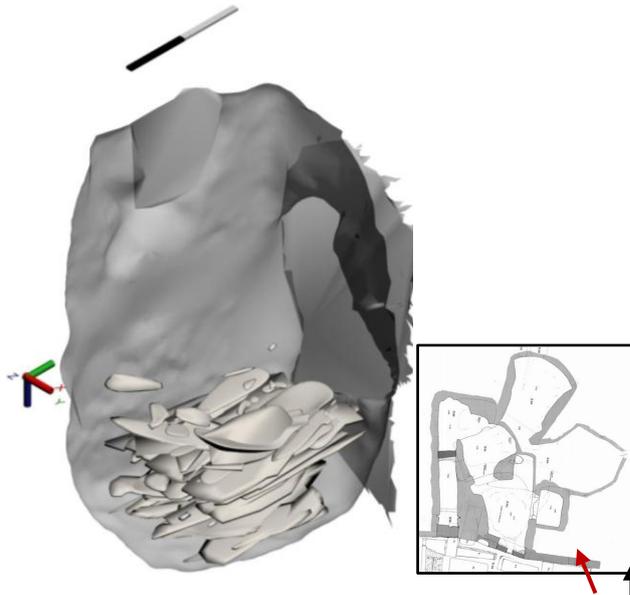


Figure 286 : Vue de 3/4 sud-est de la tombe 16 et de l'appareil funéraire.

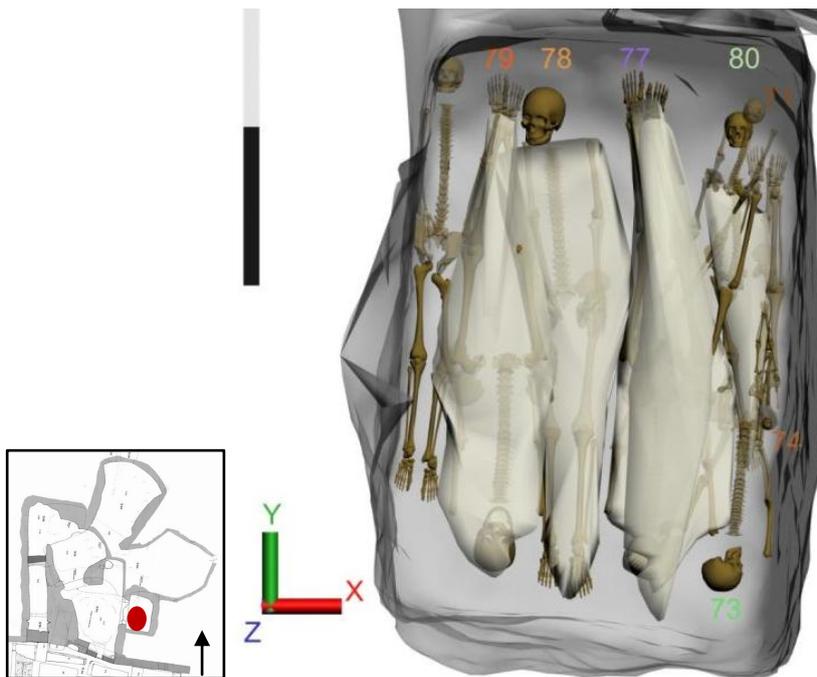


Figure 287 : Vue supérieure du niveau 1 avec appareil funéraire.

Cette contrainte exercée sur le sujet 15 peut avoir été le fait des autres individus l'entourant ou de plâtre et d'une enveloppe textile, aujourd'hui disparus

La présence d'un textile est prouvée par la présence d'empreinte sur le plâtre mais elle est difficile à mettre en évidence pour les individus ne possédant pas de plâtre. En effet, aucune trace d'objets permettant de la fixer pour la fermer (épingles en cuivre, en bois ou en os) n'a été retrouvée. Toutefois, la fermeture des enveloppes textiles par des nœuds ou par des objets dégradables est également envisageable. Le maintien des connexions des membres inférieurs de l'individu 26 ne peut s'expliquer que par la présence d'une enveloppe textile de type linceul ou de pièces d'habillement.

Les parois garantissent également la sauvegarde de la position de dépôt puisqu'elles limitent, par leurs seules présences, les mouvements sur au moins un côté et ce malgré l'absence ou la disparition de l'appareil funéraire. La conservation des vestiges est d'ailleurs très mauvaise en ces endroits. Il est important de noter que majoritairement les individus pour lesquels aucune trace d'appareil funéraire n'a été observée sont situés sur les extérieurs de la tombe contre les parois là où la conservation osseuse est également la plus mauvaise (Castex *et al.* 2009 : 293).

Le plâtre est présent au sein de tous les niveaux de dépôts et sa répartition est variable en fonction des individus. La majorité des corps sont recouverts de plâtre pour tout ou partie, et 24 individus ne possèdent pas de plâtre cela n'excluant pas la présence d'un autre élément de l'appareil funéraire (fig. 285 et 286).

Pour les individus recouverts de plâtre¹⁰⁹, ce dernier s'étend du haut des épaules jusqu'aux pieds (fig. 287). Le plâtre est généralement plus épais entre et sous les jambes. L'épaisseur supplémentaire de plâtre au niveau des jambes pourrait être due à un excédent de plâtre afin de maintenir un volume corporel le plus homogène et horizontal possible.

La fouille exhaustive et bien documentée de la tombe 16 a permis de préciser certaines pratiques et de mettre en évidence la complexité de l'appareil funéraire mais également de la gestion des corps.

¹⁰⁹ 51 individus soit 66%.

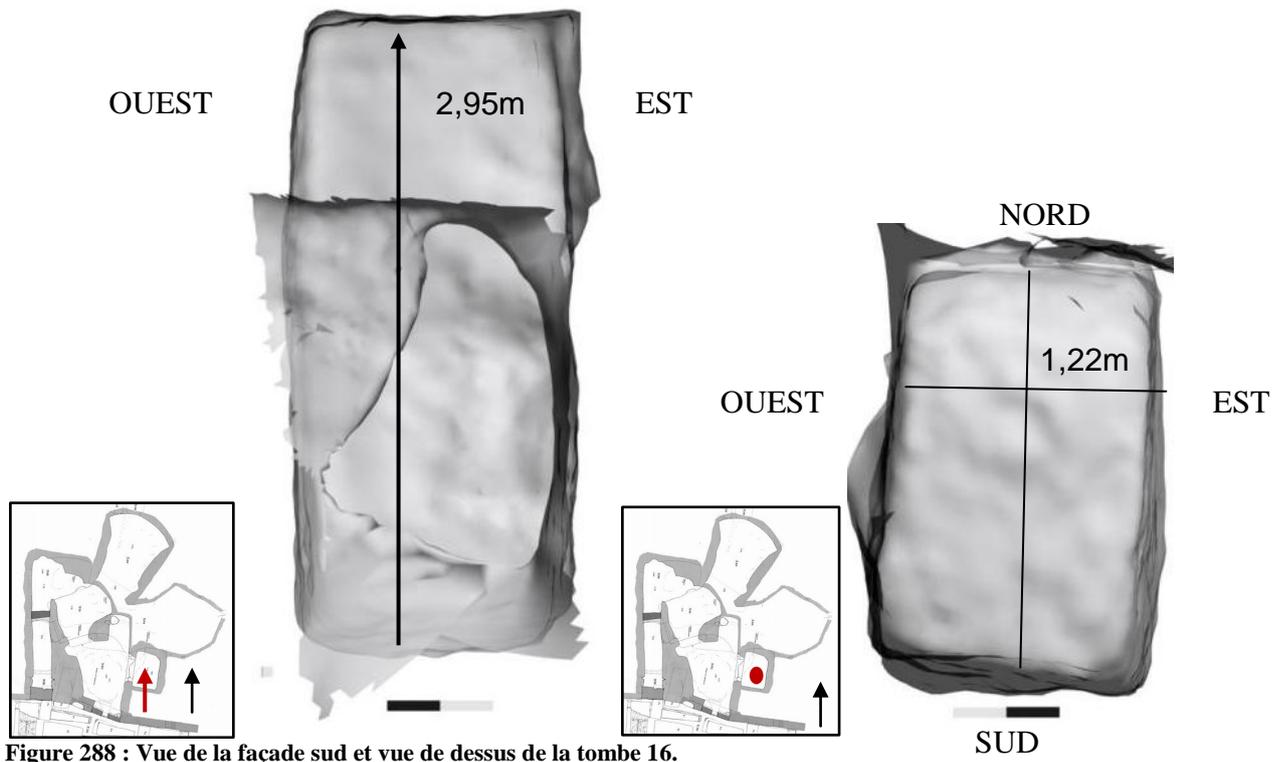


Figure 288 : Vue de la façade sud et vue de dessus de la tombe 16.

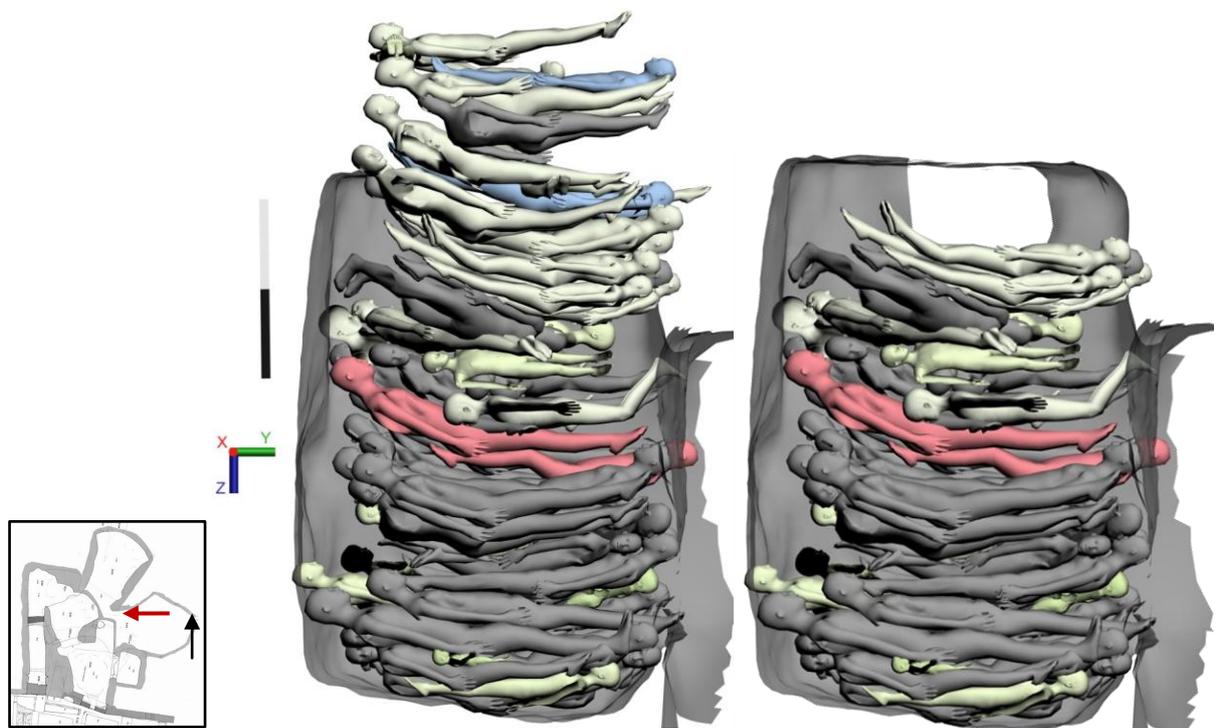


Figure 289 : Vue de la façade est de l'ensemble des corps en volume et vue avec les niveaux 1 à 6 et l'ouverture de la tombe avec les corps en volume.

III.1.2.2. Analyse de la chronologie des dépôts : continuité et rupture

La tombe 16 a bénéficié d'une datation au radiocarbone qui situe son utilisation entre 28 et 132 ap. J.-C. Cependant la chronologie au sein des différents niveaux de la tombe 16 est particulièrement difficile à appréhender en raison du grand nombre d'individus inhumés. Les superpositions au sein de la tombe sont nombreuses vu ses dimensions réduites. En effet, l'espace disponible dans la tombe 16 est plus réduit que pour la tombe 18, il représente environ 2,50 m² au sol contre 4,62 m² pour la tombe 18, c'est-à-dire 1,22 mètre de long pour la tombe 16 alors que la largeur de la tombe 18 est de 2,80 mètres.

La disposition des individus est donc tributaire de cette faible dimension ; ce qui n'est pas utilisable en largeur l'est donc en hauteur : 2,95 mètres (fig. 288). La majorité des inhumés est déposés selon l'axe nord-sud de la tombe, le seul permettant de déposer un sujet adulte en extension. De même que pour la tombe 18, les passes de sédiments ont permis de déterminer 9 niveaux distincts de dépôts.

Une chronologie, des chronologies ?

La mise en évidence de la chronologie interne à chaque niveau est particulièrement difficile car certains niveaux contiennent plus de vingt individus. Seule l'étude des imbrications et des superpositions nous a permis de déterminer les trois ou quatre temps distincts qui ont permis la constitution des niveaux. La chronologie interne des dépôts est d'autant plus complexe à appréhender que la majorité des individus possède un appareil funéraire composé de plâtre et de tissu.

La chronologie entre les niveaux de dépôts est également complexe mais la restitution volumique a permis de mettre en évidence que tous les corps n'ont pas pu être déposés en un seul et même temps. En effet, de même que pour la tombe 18, si l'on considère l'intégralité des niveaux déposés, ceux-ci dépassent la hauteur maximale du plafond. Seuls 6 niveaux ont pu être déposés simultanément, le niveau 3 représentant à lui seul 1 mètre de haut (fig. 289).

L'entrée est située à 2,10 mètres par rapport au niveau du sol de la tombe et elle mesure 1 mètre de haut. Il paraît peu probable qu'au moment du remplissage de la tombe, les niveaux de dépôts soient venus obstrués le seul accès disponible, dans ce cas, seuls 5 niveaux consécutifs auraient été déposés. Les niveaux 1 à 6 doivent être entièrement décomposés pour permettre le dépôt des niveaux 7, 8 et 9.

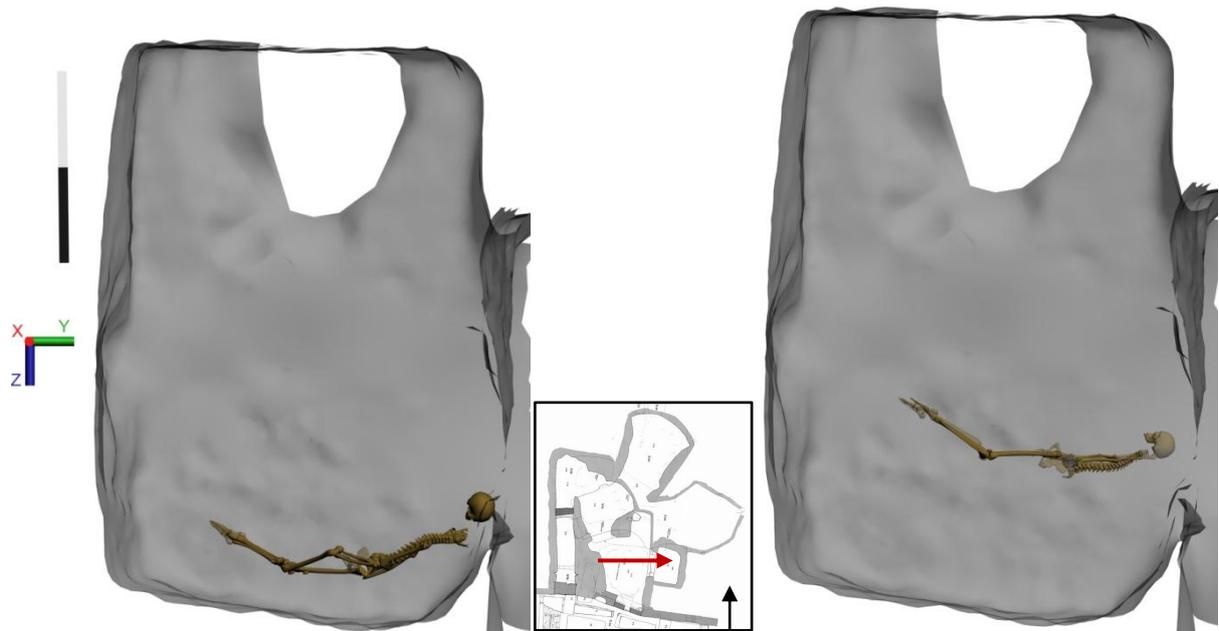


Figure 290 : Vue de la façade est des individus 54 (niveau 3) et 18 (niveau 6).

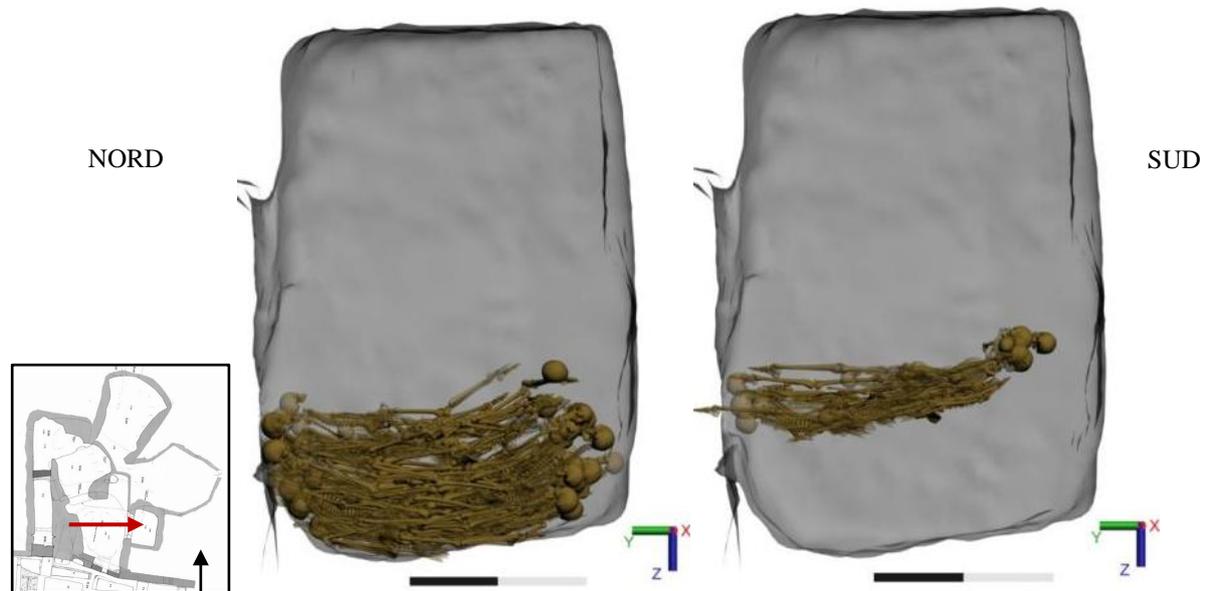


Figure 291 : Vue de la façade ouest des niveaux 1 à 6 et des niveaux 7 à 9.

Au vu des différentes données, il n'est pas possible de discerner pour le moment plus de deux temps chronologiques distincts et le rythme entre chaque dépôt.

Les effets de cuvette : un indice de simultanéité des dépôts ?

Le pendage du fond de la tombe joue un rôle important dans l'allure générale des corps. En effet, l'allure des corps du premier niveau suit ce pendage. Les individus des niveaux suivants présentent des effets de cuvette, c'est-à-dire que le bassin est à une altitude inférieure aux pieds et au crâne. Ces effets semblent induits par la forme des premiers corps déposés mais il est difficile de faire la différence entre une position induite par les individus des niveaux antérieurs ou une position liée au poids des individus postérieurs et au sous tirage des corps antérieurs, en décomposition. Il paraît vraisemblable que les deux phénomènes soient liés. Les individus appuyés contre la paroi nord sont ceux qui présentent un effet de cuvette plus prononcé. Les individus en procubitus présentent au même titre que les individus en décubitus, un effet de cuvette. Le bassin est à une altitude inférieure au crâne et aux pieds tels que le sujet 54. Dans le cas des individus allongés sur le dos on observe une hyperflexion des genoux qui entraînent une déconnexion de l'articulation lorsqu'elle est trop importante et pour les individus sur le ventre une flexion des genoux (fig. 290). Les individus disposés en diagonale, c'est-à-dire selon un axe sud-ouest/nord-est présentent également cet effet de cuvette.

Le fait que les 6 premiers niveaux de dépôts présentent une forme suivant le profil du fond de la tombe alors que les passes de sédiments rétablissent une certaine horizontalité montre que les individus se sont décomposés dans des temps relativement proches et que le poids des dépôts a influé sur la forme des corps, créant ces effets de cuvette plutôt que de suivre la forme des passes de sédiments.

Le caractère moins prononcé voire absent des effets de cuvette à partir des niveaux 7, mis en relation avec les passes de sédiments montre une reprise de l'horizontalité des dépôts mais ce phénomène est également à rapprocher du nombre restreint d'individus déposés dans les derniers niveaux donc une pression moins forte sur les corps (fig. 291).

L'étude des différents effets de cuvette montrent qu'il peut exister une décomposition conjointe de ces niveaux, donc une simultanéité des dépôts entre les niveaux 1 à 6, puis un dépôt plus espacé des niveaux 7 à 9. Toutefois, il convient de rester prudent car les derniers niveaux de dépôts comprennent moins d'individus que les précédents. Le niveau 6 contient des individus avec et sans effet de cuvette, il est également plus plan.

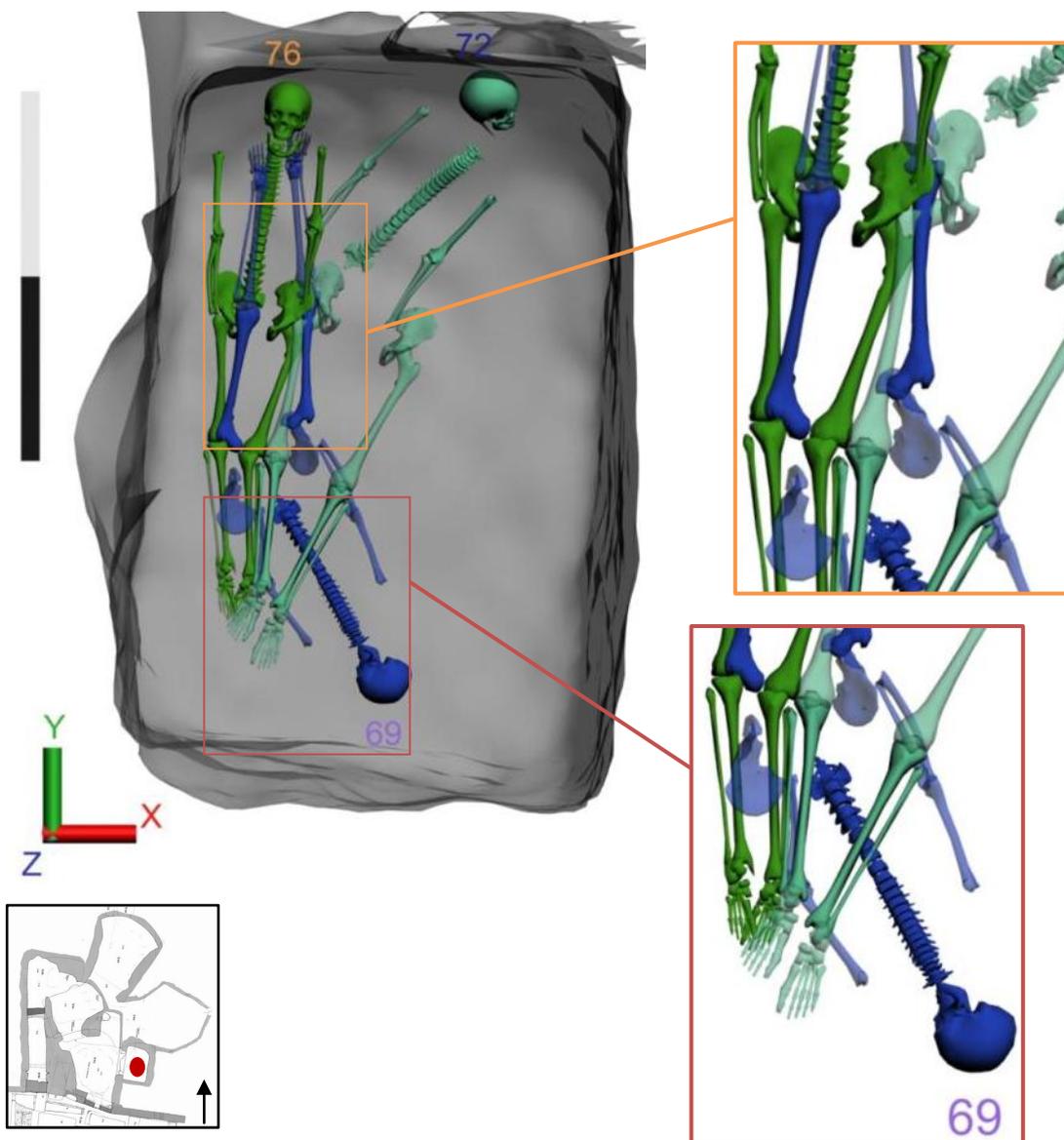


Figure 292 : Vue supérieure de l'imbrication de l'individu 69, 72 et 76, agrandissement de l'imbrication entre 69 et 72 et entre 69 et 76.

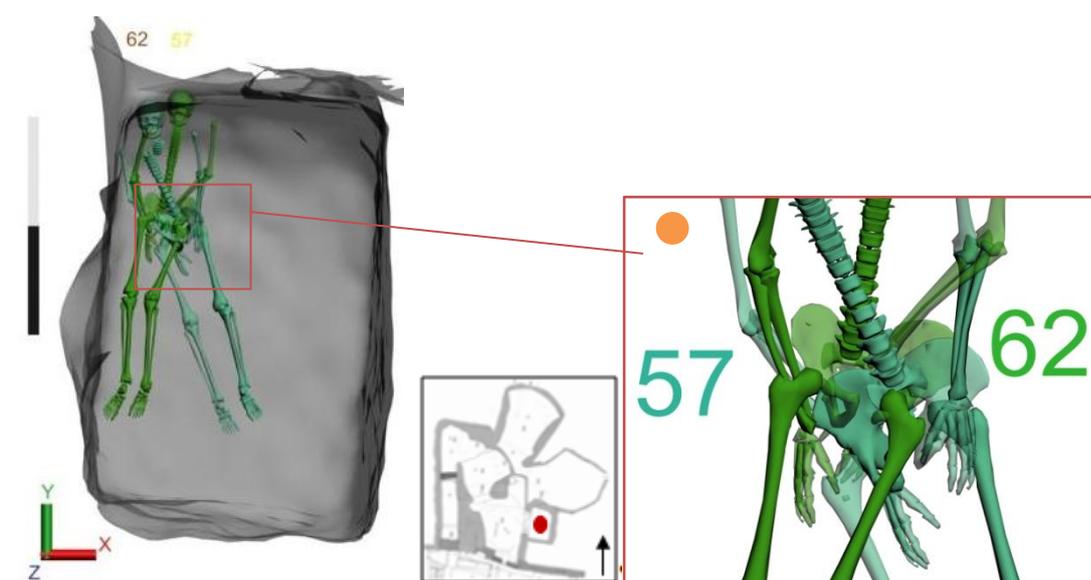


Figure 293 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 57 et 62 et agrandissement du fémur de l'individu 57 à travers l'ilium de l'individu 62.

Le poids et le sous tirage sur les niveaux en cours de décomposition seraient donc moins important ce qui peut induire l'absence d'effets de cuvette.

Les imbrications : un indice de simultanéité des dépôts

La superficie de la tombe 16 étant inférieure à celle de la tombe 18, les superpositions et les imbrications semblent plus importantes lorsque l'on visualise niveau par niveau les dépôts. Il est alors nécessaire de reprendre l'analyse individu par individu, pour distinguer les différentes étapes de dépôts, comme au sein du niveau 3 contenant 21 individus. Pour le premier niveau, aucune imbrication n'est visible et les différentes superpositions permettent d'identifier au moins trois étapes de dépôts comme décrit au sein de l'analyse.

Au sein du niveau 2, une imbrication apparaît entre les individus 69, 72 et 76 (fig. 292). L'individu 69 est le dernier déposé selon les données archéologiques mais au sein du modèle, sa colonne vertébrale passe sous le tibia de l'individu 72. Aucun contact entre ces individus n'est mentionné dans les minutes de terrain et ils n'apparaissent pas en même temps sur les photographies. L'imbrication entre l'individu 69 et l'individu 76 concerne le passage de l'ilium gauche de l'individu 76 sur le fémur droit de l'individu 69. Comme nous avons pu le voir précédemment pour la tombe 18, les imbrications liées à la seule position de l'ilium sont très discutables puisque nous ne connaissons pas le pendage de l'os et sa face d'apparition car dans la plupart des cas le relevé de ces ossements n'est fait que par un point. Pour l'imbrication entre l'individu 69 et l'individu 72, elle reste hypothétique. Les membres de l'individu 72 (en vert clair sur la figure 292) passent en avant de l'individu 69. Les membres inférieurs de l'individu 69 passent quant à eux en avant de l'individu 72. L'individu 69 serait donc en avant de la partie supérieure du corps du sujet 72 mais en arrière de la partie inférieure. En l'absence de données archéologiques, il est possible d'envisager une simultanéité du dépôt de ces individus mais aucun élément ne le confirme.

Les imbrications au sein du niveau 3 sont plus difficiles à appréhender, nous en avons relevé six.

Une autre imbrication concerne les sujets 57 et 62 (fig. 293). Le fémur gauche de l'individu 57 passe en avant de l'ilium droit de l'individu 62 au sein de la scène tridimensionnelle. La colonne vertébrale de l'individu 62 passe, quant à elle, en arrière de la colonne vertébrale de l'individu 57. L'individu 57 est recouvert de plâtre au niveau des membres inférieurs et l'individu 62 n'en possède pas.

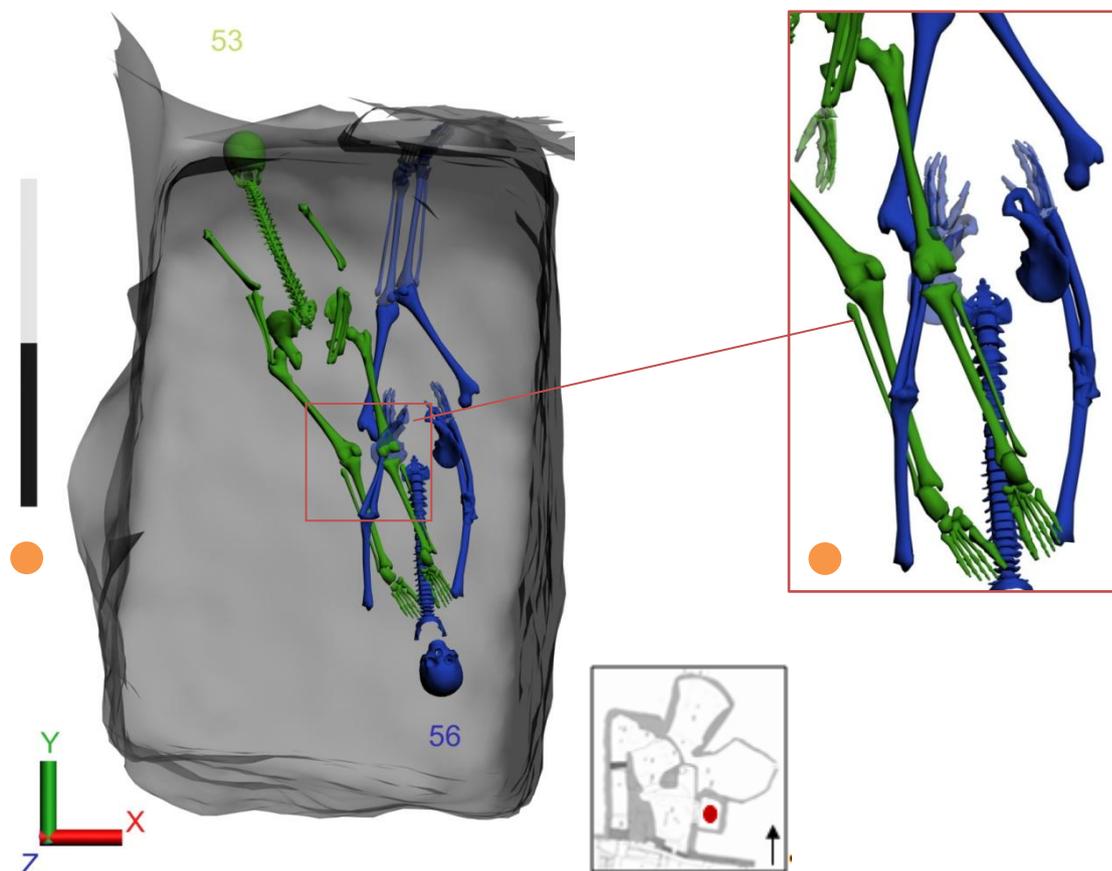


Figure 294 : Vue supérieure de l'imbrication entre l'individu 56 et l'individu 53 et agrandissement du tibia gauche de l'individu 53 sur et à travers l'humérus gauche de l'individu 56.

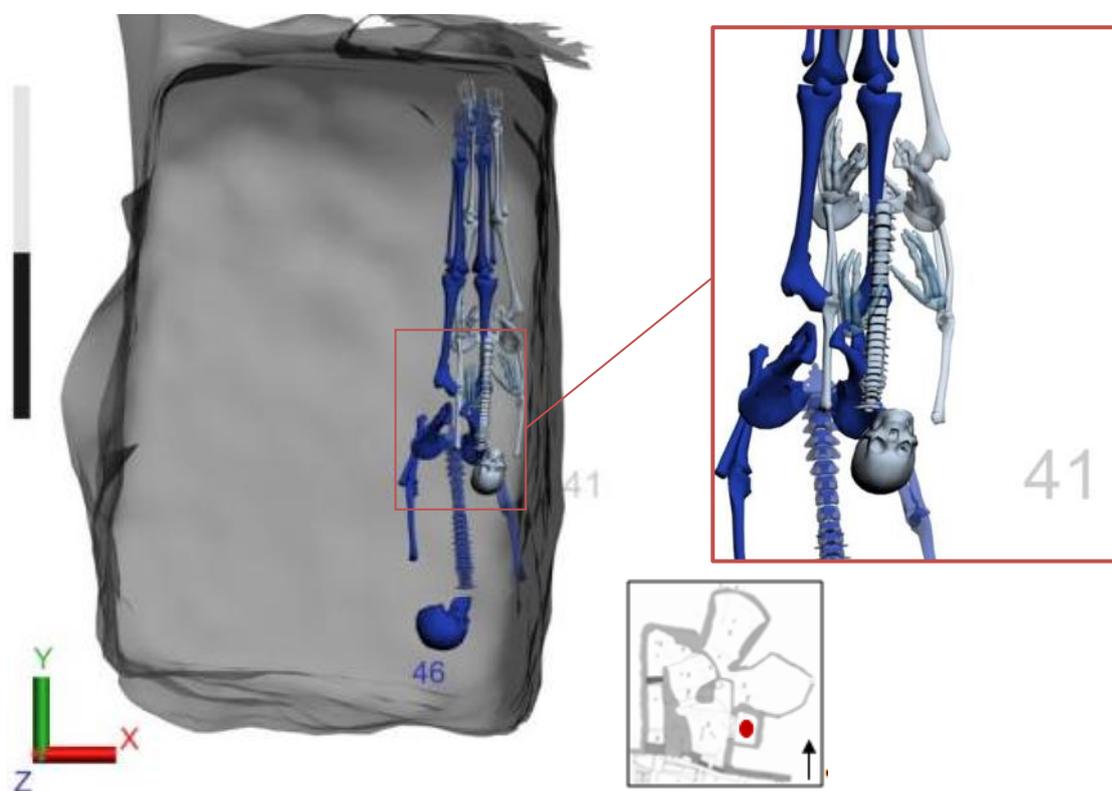


Figure 295 : Vue supérieure de l'imbrication entre l'individu 41 (gris) et l'individu 46 (bleu) et agrandissement l'imbrication de la colonne vertébrale de l'individu 41.

Aucun élément de l'appareil funéraire ne viendrait donc gêner l'imbrication des deux individus. Après vérification des données archéologiques, il n'est pas possible de confirmer cette imbrication.

Une autre imbrication, cette fois-ci plus marquée, concerne les individus 53 et 56 (fig. 294). L'individu 56 étant antérieur au dépôt de l'individu 53 selon le diagramme stratigraphique établi, il apparaît au sein du modèle que les membres inférieurs de l'individu 53 (en procubitus) passent sur le fémur, le bassin et la colonne vertébrale de l'individu 56. L'imbrication se situe entre le tibia gauche du sujet 53 et l'humérus gauche du sujet 56. Sur les minutes de terrain, il est spécifié que les pieds (53) passent en avant du thorax de l'individu 56 ce qui apparaît sur la modélisation. Il n'y a, par contre, aucune mention de la position relative entre l'humérus et le tibia. D'après l'analyse des altitudes respectives, l'humérus gauche de l'individu 56 passe en avant du tibia droit de l'individu 53.

Au sein du niveau 3, il existe également une imbrication entre les sujets 46 et 41 (fig. 295). Le sujet 41 a fait l'objet d'une réattribution au niveau 3 grâce aux passes de sédiments : il avait été relevé mais n'avait pas pu être attribué à un niveau. Dans les données archéologiques, il est précisé que le sujet 41 repose sur l'individu 42 et donc sur l'individu 46. Sur la modélisation et selon les relevés le bas de la colonne vertébrale de l'individu 41 ainsi que son tibia gauche apparaissent sous l'individu 42 et sous l'individu 46. Ces observations s'opposent à celles établies sur le terrain. La position de l'individu 41 par rapport aux individus décrits est différente par rapport aux individus observés sur la modélisation. La position de l'individu 42 et son appartenance au niveau 3 est très discutée dans les données archéologiques étant donné sa mauvaise conservation. L'imbrication possible entre les individus 41, 42 et 46 correspond à ce qui est relevé mais va à l'encontre des observations de terrain, il n'est donc pas possible de statuer sur son existence ou non, elle devra être rediscuté avec l'équipe.

L'individu 54 présente une imbrication avec plusieurs individus 48 (fémur gauche), 51 (tibia gauche) et 57 (tibia droit). Ces imbrications sont à différentes échelles et concernent soit tout ou partie d'un membre. Les imbrications entre deux os ont été corrigées d'après la méthodologie détaillée précédemment (fig. 296).

Entre les individus 54 et 48, il est possible d'observer deux types d'imbrications: le membre inférieur gauche passe en avant puis en arrière du sujet 54, et pour le côté droit du sujet 48, le membre supérieur est en arrière du sujet 54 puis le membre supérieur est en avant du sujet 54.

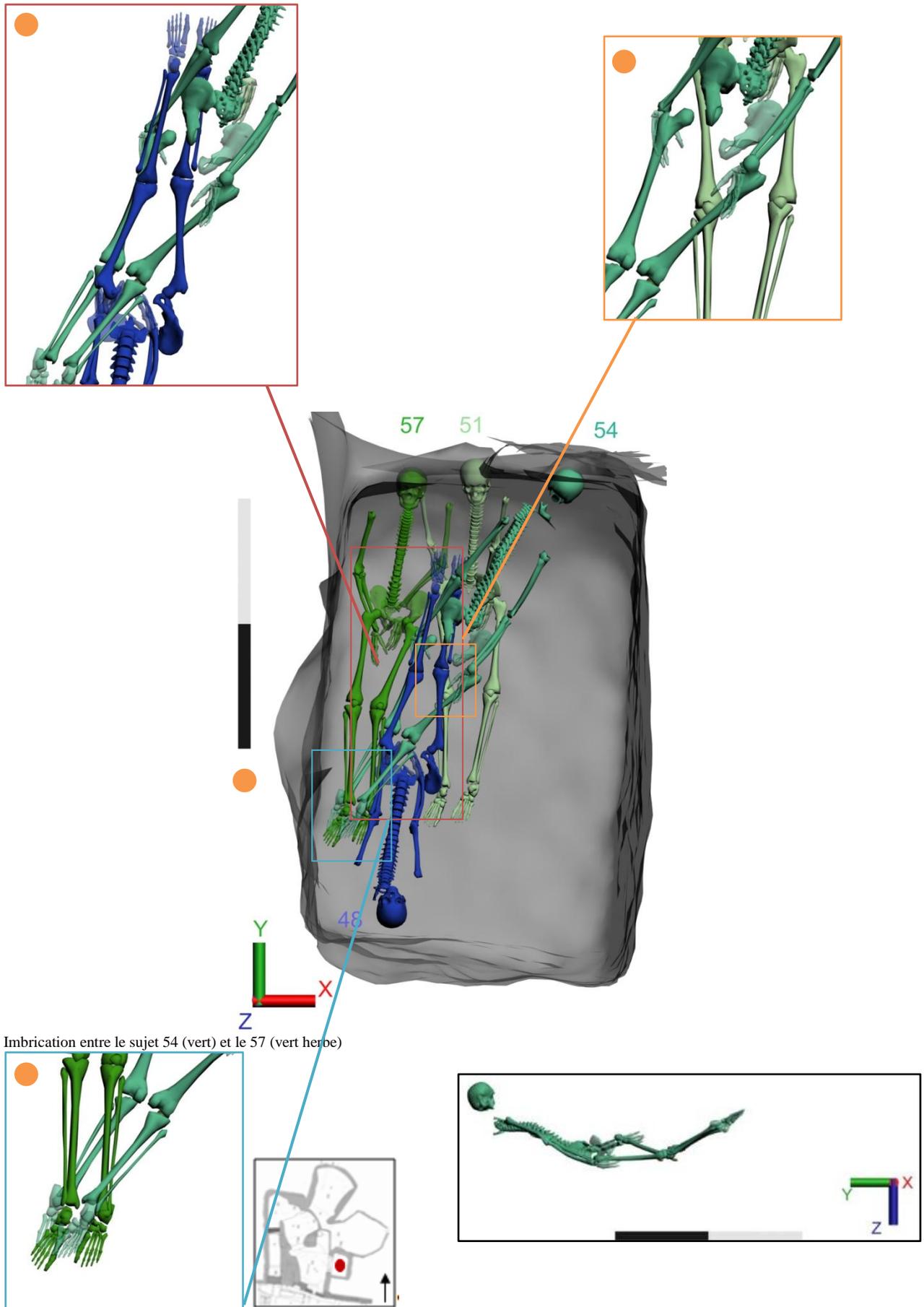


Figure 296 : Vue supérieure des imbrications entre les individus 54 et 48, 51 et 57, vue de la façade ouest de l'individu 54; agrandissements des différentes imbrications.

Les fémurs gauche et droit du sujet 48 sont en avant de l'individu 54. Pour le membre inférieur droit du sujet 48, il est d'abord en avant, sur le fémur droit du sujet 54, puis en arrière, les tibias/fibulas passant sous l'ilium gauche et le membre supérieur gauche du sujet 54. Aucune donnée archéologique ne vient confirmer cette position des membres inférieurs du sujet 48. Pour la partie gauche du sujet 48, elle passe dessous le membre inférieur droit du sujet 54, puis le membre inférieur gauche passe en avant du membre inférieur gauche et de l'avant-bras gauche du sujet 54. Dans les minutes de terrain, il est précisé que l'individu 48 est au-dessus de l'individu 54, la différence significative entre les observations de terrain et le modèle nous a amené à vérifier également les altitudes relevées, point par point. Il apparaît que les valeurs du tibia droit de l'individu 54 sont moins forte (-157 cm) que celles du coude et du poignet de l'individu 48 (-163 cm), il se retrouve donc bien au-dessus (fig. 296).

L'imbrication entre l'individu 54 et l'individu 57 est située aux niveaux des diaphyses des tibias/fibulas. Le tibia gauche de l'individu 54 passe en arrière des tibias/fibulas de l'individu 57, alors que son tibia droit passe sur le tibia gauche de l'individu 57. Les minutes de terrain et les photographies ne confirment pas ces observations, de même que les relevés où ces individus apparaissent.

L'imbrication entre l'individu 54 et l'individu 51, correspond à une imbrication entre deux os, le fémur droit de l'individu 54 traversant le fémur et le tibia droit de l'individu 51. Il s'agit en fait d'une superposition mise en évidence d'après les relevés d'altitude, le fémur du sujet 54 passe en avant du genou du sujet 51. Seuls les relevés permettent de vérifier cette information. Cette éventuelle relation entre les deux sujets n'est pas mentionnée dans les minutes de terrain et ne se voit pas sur les photographies. La visualisation d'une possible imbrication a ici permis après correction d'observer une superposition qui nous renseigne sur la logique des dépôts.

Ces différentes imbrications entre le sujet 54 et les autres sujets ne sont vérifiables que par les relevés, néanmoins la position singulière de l'individu 54 est à noter. En effet, il se trouve en procubitus avec un effet de paroi nette sur le côté gauche et un effet de cuvette marquée, les pieds et le crâne surélevés. Différentes hypothèses peuvent être formulées quant à ces imbrications entre le sujet 54 et les sujets 48 et 57. Les imbrications étant liées à la position du membre inférieur droit, notamment du fémur.

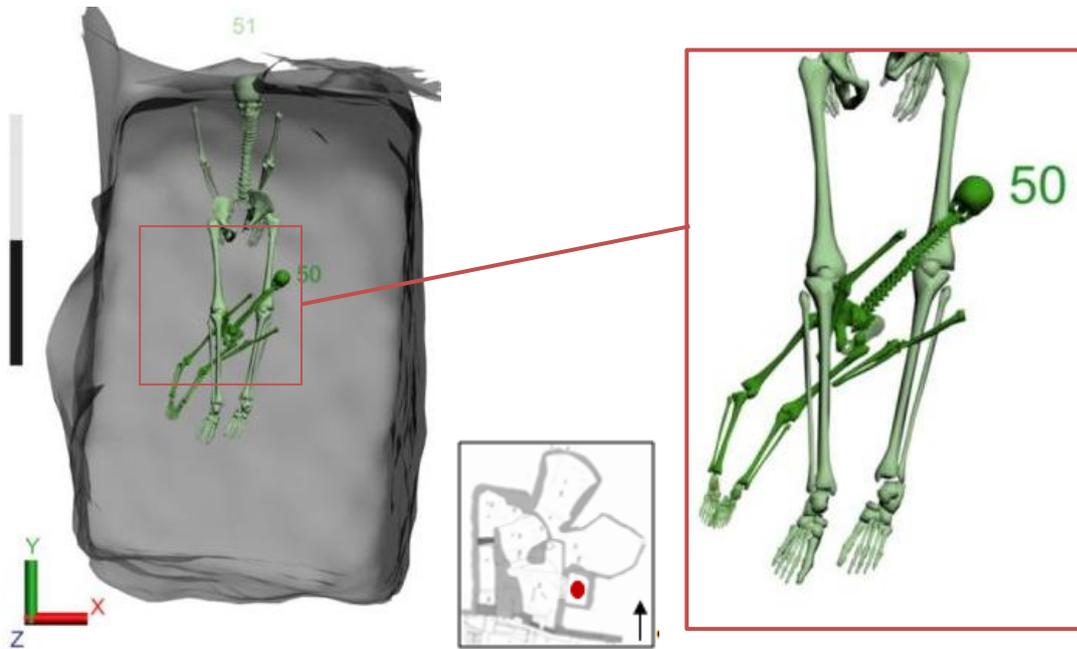


Figure 297 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 50 (vert) et 51 (vert clair).

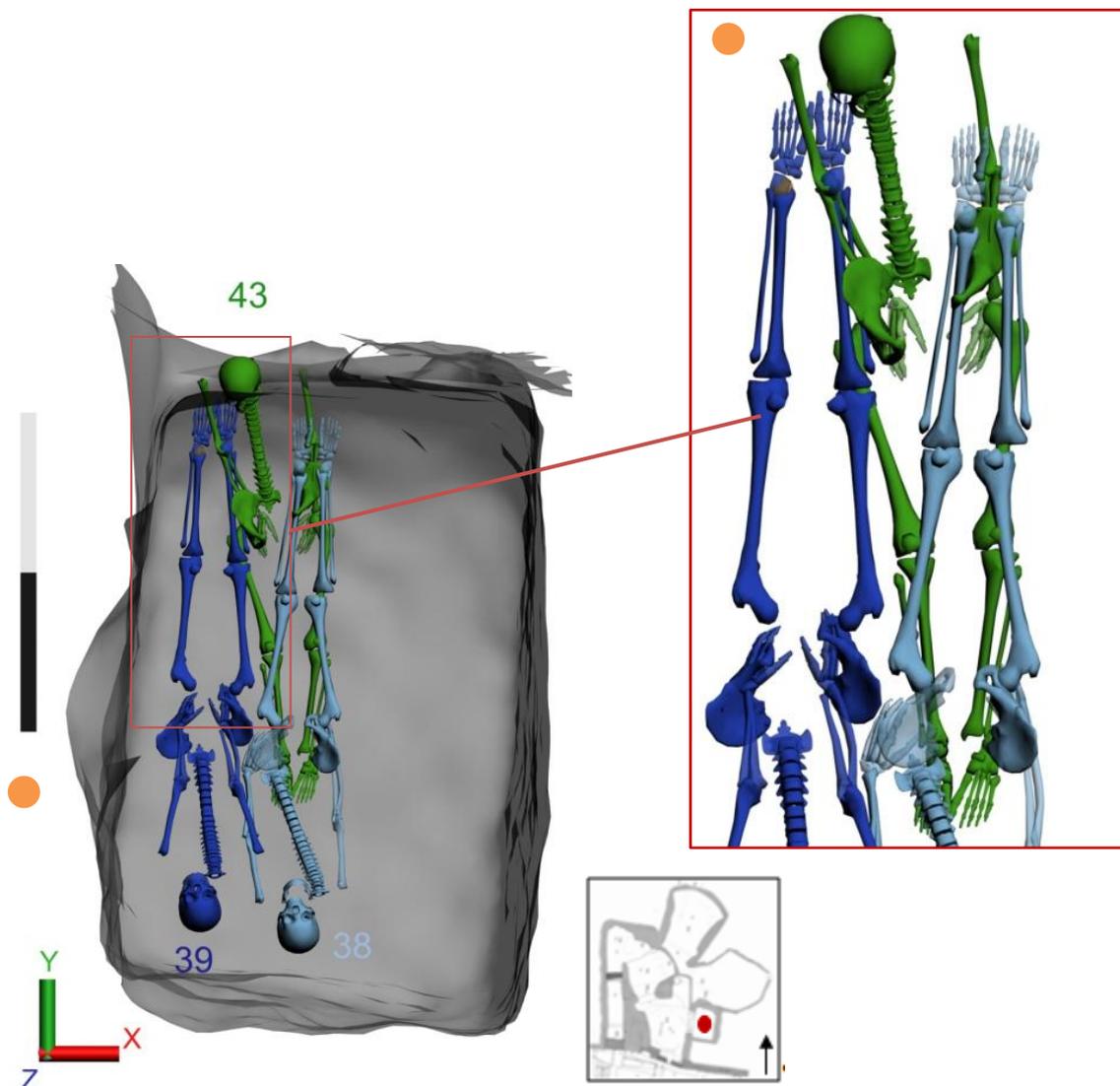


Figure 298 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 43 (vert) et 38 (bleu clair) et 39 (bleu foncé).

La position du sujet en procubitus est contrainte par les niveaux de dépôt précédents et suivants, le corps en se décomposant suit le profil initié par les niveaux sous-jacents. Les pieds, plus en hauteur et proches de la paroi, sont moins soumis aux mouvements lors de la décomposition des membres inférieurs. Le dépôt simultané des individus 54, 48 et 57 est à envisager bien que l'individu 54 bénéficie d'un appareil funéraire qui englobe tout le corps.

La dernière imbrication relevée au sein du niveau 3 concerne les individus 50 et 51 (fig. 297). Le sujet 51 est un adulte et l'individu 50 est un sujet immature de la classe des 1-4 ans. L'individu 50 est situé en avant et en arrière de l'individu 51, c'est-à-dire dessous pour les membres inférieurs et dessus pour la partie supérieure du corps. L'avant-bras gauche du sujet 50 passe en arrière du tibia droit de l'individu 51, alors que le membre supérieur droit passe en avant du tibia gauche du sujet 51. Cette imbrication est attestée par l'ensemble des données archéologiques. Le dépôt simultané de ces individus est ici confirmé.

Le troisième niveau de dépôt est particulièrement complexe et la conservation des différents sujets relativement mauvaise. L'analyse des différentes imbrications identifiées au sein du niveau 3 attestent d'un dépôt simultané ou dans des temps très courts des différents sujets et ce, malgré leur nombre important. L'inhumation de plusieurs corps simultanés à plusieurs hauteurs différentes au sein du même niveau apporte des arguments en faveur d'une crise de mortalité avec l'apport massif de corps et leur décomposition simultanée.

Au sein du niveau 4 plusieurs imbrications sont également observables et concernent les individus 43, 38, 39, les individus 37 et 39 et enfin l'individu 34 avec les individus 38, 39 et 40.

L'individu 43 fait partie des premiers déposés du niveau, il doit donc apparaître sous les individus 38 et 39 alors qu'au sein du modèle numérique il est possible de voir que les membres supérieurs de celui-ci sont au-dessus des sujets 38 et 39 (fig. 298). L'individu 38 a son membre supérieur gauche qui est en dessous du membre droit de l'individu 39, il lui est donc antérieur. Le sujet 43 est pour la moitié supérieure du corps en avant des individus 38 et 39 et pour la moitié inférieure, il est en dessous de l'individu 39. La position de l'ilium gauche n'est pas clairement définie mais d'après les altitudes et le relevé, il se situe entre les pieds de l'individu 38 et à une altitude similaire.

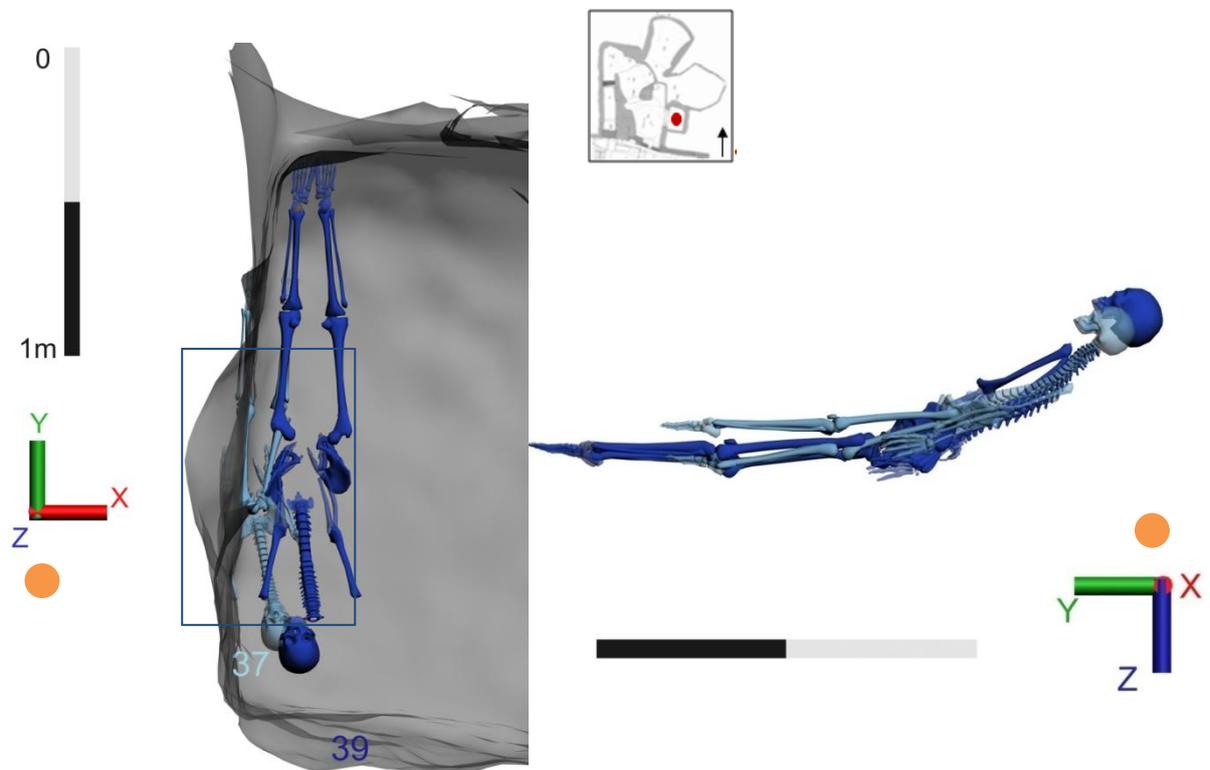


Figure 299 : Vue supérieure des individus 37 (bleu clair) et 39 (bleu foncé).

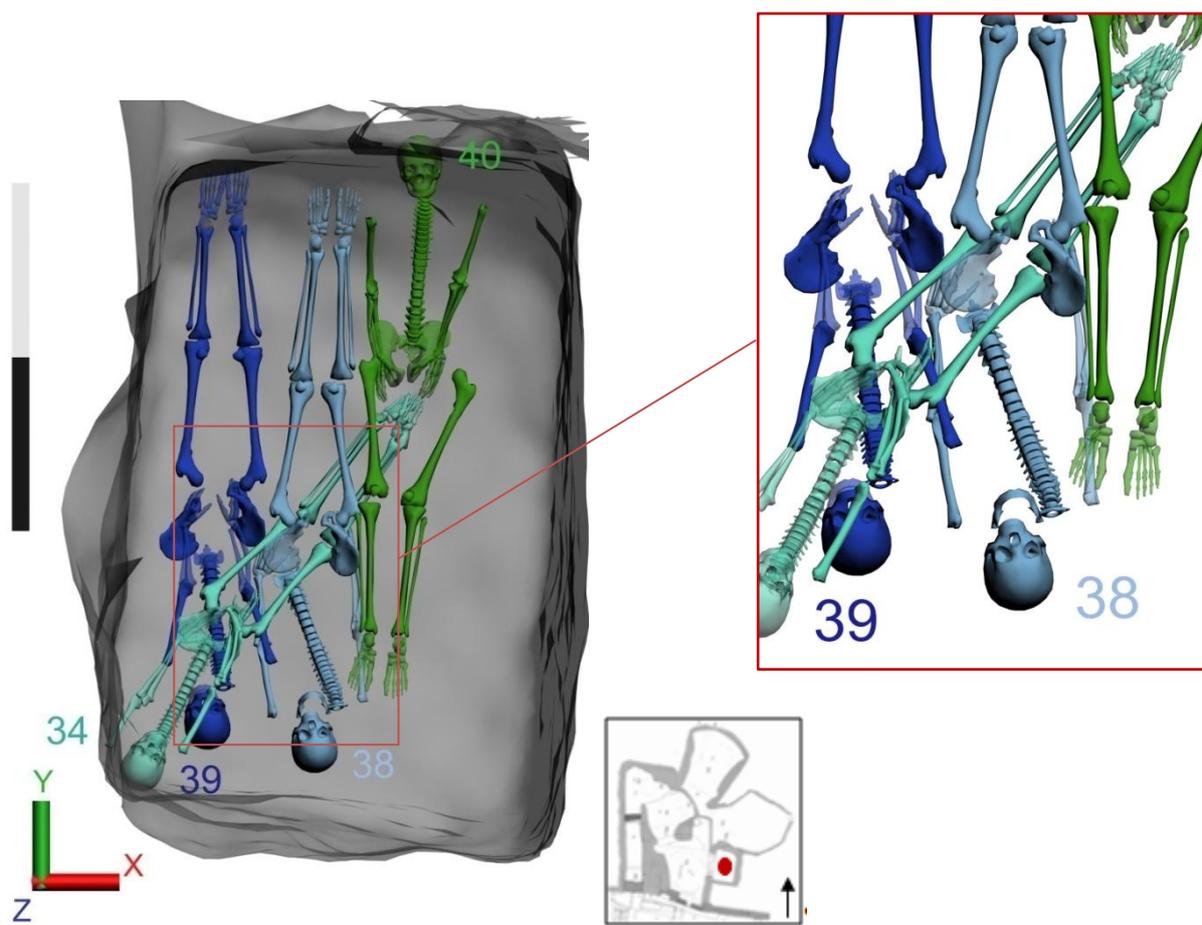


Figure 300 : Vue supérieure de l'imbrication des individus 34, 38, 39 et 40.

Le membre supérieur gauche de l'individu 43 passe bien en avant des pieds, l'ilium est à la même hauteur et le membre inférieur gauche est en arrière du membre inférieur droit du sujet 38. Le fémur droit de l'individu 43 passe en arrière du genou droit de l'individu 39.

Pour l'interaction entre les sujets 39 et 43, nous n'avons pas de données archéologiques en dehors du relevé qui permettent de statuer sur la position relative des sujets entre eux. Par contre l'imbrication entre l'individu 38 et le 43 est bien attestée avec les membres inférieurs du sujet 38 sur le sujet 43 et les membres inférieurs du sujet 43 sous le sujet 38.

L'imbrication possible entre les individus 37 et 39 est un exemple des imbrications créées par la mise en volume des ossements. Les données archéologiques spécifiant bien qu'il existe simplement une superposition de l'individu 39 sur l'individu 37 (fig. 299). Toutefois la différence d'altitude entre le membre inférieur droit du sujet 37 et le membre inférieur gauche du sujet 39 est vraiment minime puisque ces ossements au moment de la mise en volume se sont retrouvés imbriqués.

Une autre imbrication attestée par le modèle et par les données archéologiques concernent les individus 34, 38, 39 et 40 (fig. 300). Le dépôt simultané de ces individus est fortement probable vu le degré d'imbrication des squelettes. Cette imbrication est à rapprocher de celle identifiée entre les sujets 38 et 43. L'individu 34 est déposé en diagonale en avant des individus 38 et 39 et en arrière des individus 38, 39 et 40. Pour les individus 39 et 40, il n'y a pas d'imbrication avec l'individu 34, toutefois, il nous a semblé pertinent de les faire figurer dans les illustrations de cette imbrication entre 34 et 38 puisque leur placement conditionne la position de l'individu 34. La partie supérieure de l'individu 34 passe en avant de l'individu 39, les chevilles et les pieds en arrière de l'individu 40. Le fémur droit de l'individu 34 passe au-dessus de la colonne vertébrale du sujet 38 mais au-dessous du fémur gauche du même sujet. Le fémur gauche de l'individu 34 passe quant à lui en avant de la colonne vertébrale de l'individu 39 et en arrière du fémur gauche de l'individu 38.

Aucune imbrication n'a été identifiée pour les niveaux 5 et 6, seuls apparaissent des imbrications liées à la mise en volume des ossements ou au positionnement de l'ilium. Nous avons donc choisi de ne pas les présenter. Au sein du niveau 7, les imbrications sont liées à la restitution des ossements recoupés par le creusement qui touche les niveaux 7 à 11. Les vestiges ayant disparus aucune observation n'a pu être réalisée.

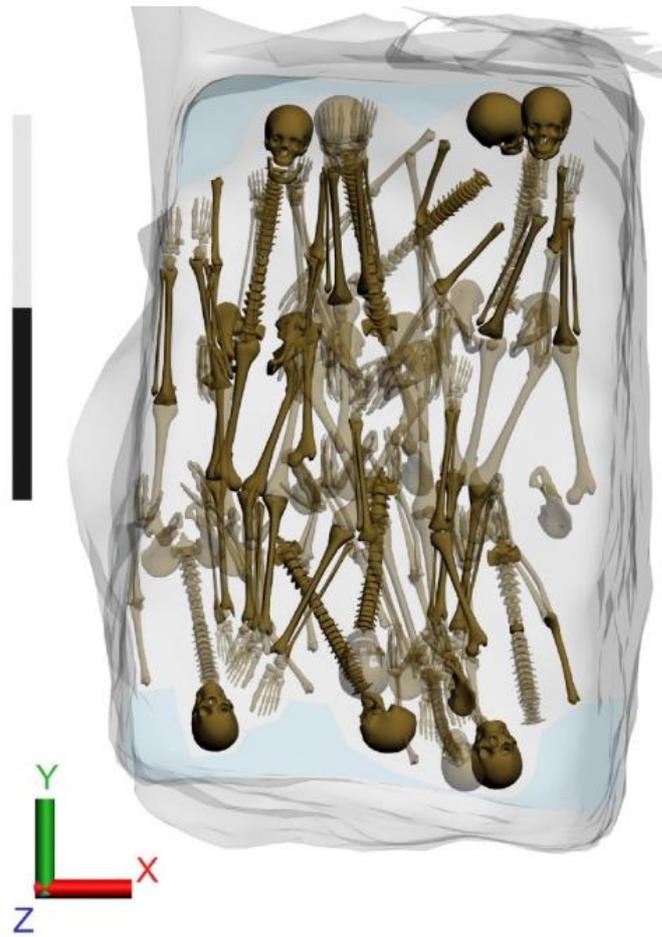


Figure 301 : Espaces libres niveau 1 et 2.

Les imbrications de ces niveaux sont dues au fort tassement et à la mauvaise conservation des ossements qui ne sont éloignés parfois que de quelques millimètres.

Pour les niveaux 1, 2, 5 à 11, aucune imbrication n'a été observée. La superposition et l'imbrication des individus, témoins d'un dépôt simultané ou quasi-simultané, au sein d'un même niveau de dépôt nous permettent d'en appréhender la logique et ainsi d'en proposer une chronologie relative. Malgré la forte présence de plâtre dans la tombe 16, il a été possible de mettre en évidence un nombre d'imbrications plus important que dans la tombe 18. La présence d'imbrications au sein de la tombe 16 confirme la présence de dépôt simultané de plusieurs individus, et ce plus particulièrement dans le niveau 3. Il est intéressant d'observer que, malgré le grand nombre d'individus inhumés, ceux-ci ont été déposés en plusieurs étapes mais dans un seul et même temps chronologique.

III.1.2.3. Les espaces de circulation

Pour la tombe 16, il est difficile de percevoir les différents espaces qui ont pu être utilisés pour acheminer les corps. En effet, le grand nombre d'individus contenu dans certains niveaux occupent l'ensemble de l'espace mais lorsque l'on analyse ceux-ci, étape par étape, il est possible de visualiser l'évolution des espaces vides. La largeur de l'entrée de la tombe étant étroite, elle ne permet pas de passer un corps dans son entier. De plus l'ouverture est située à environ 2,10 mètres du niveau de sol. Il est donc nécessaire pour les fossoyeurs de verticaliser le corps pour le faire entrer et sûrement aussi pour le descendre et le déposer. Les corps seraient donc plus vraisemblablement préparés à l'extérieur des tombes avant d'y être déposés.

Pour le niveau 1, les espaces laissés libres sont situés sur le pourtour de la tombe le long des parois, y compris au pied de l'entrée située dans la paroi ouest (Figure 301). La disposition des corps ne touchant ni la paroi nord, ni la paroi sud, laisse penser que deux individus un à la tête et un au pied aurait ainsi pu déposer les corps mais la forte inclinaison du fond de la tombe nous permette d'envisager que seule la partie située contre la paroi sud et la paroi ouest a été utilisée comme espace de circulation.

Pour le niveau 2, une fois la totalité des individus de ce niveau déposés, aucun espace libre n'est visible (fig. 301).

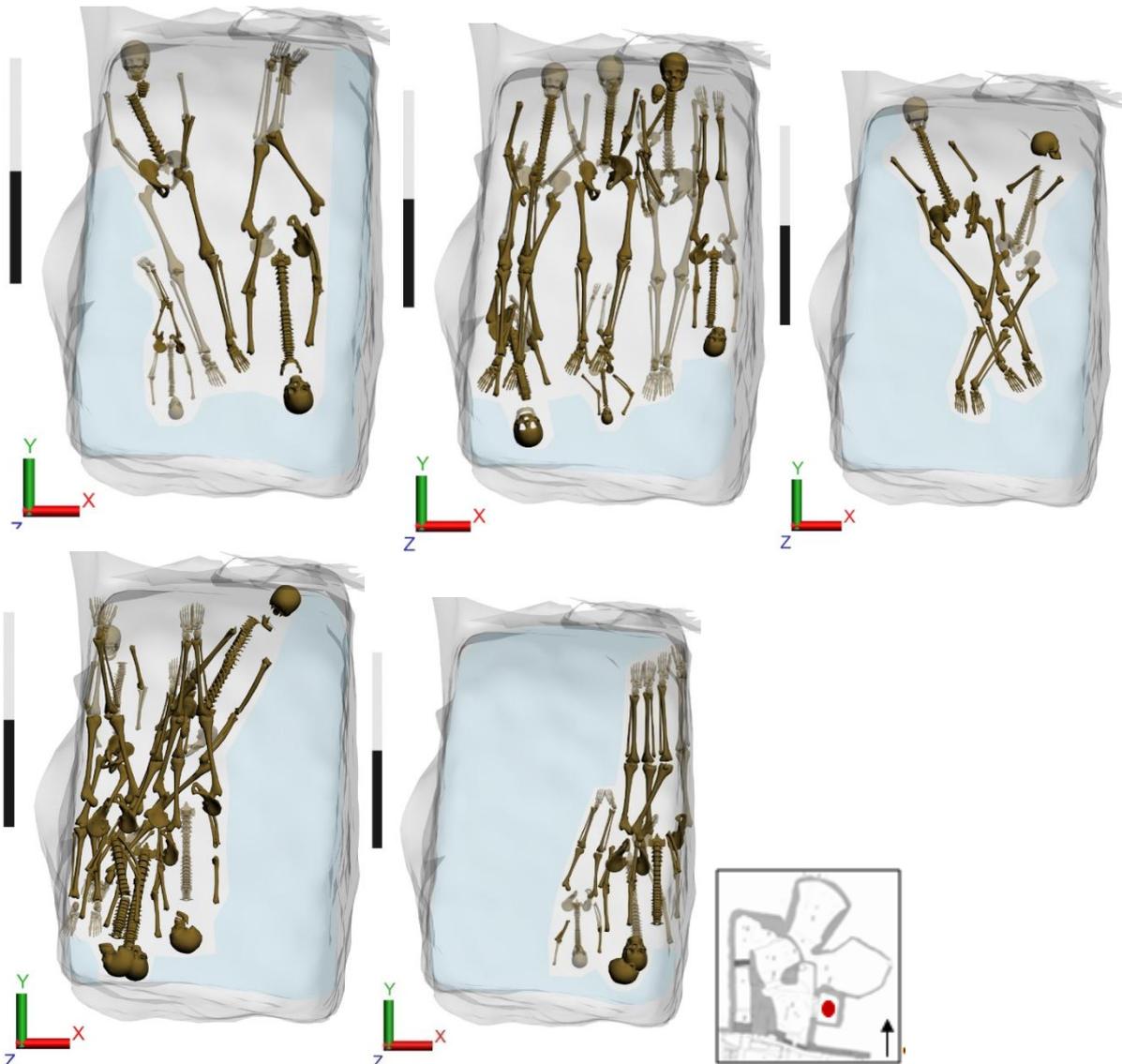


Figure 302 : Espaces libres niveau 3, étape a à e.



Figure 303 : Espaces libres niveau 4 et 5.

Si l'on étudie les espaces libres au fur et à mesure des dépôts, la tombe est remplie de l'est vers l'ouest, l'espace au sud le long de la paroi reste libre et l'accès à la tombe est assuré jusqu'au dépôt des deux derniers individus, 66 et 75. La position de ces deux sujets est d'ailleurs très contrainte contre la paroi.

Pour le niveau 3, de même que pour le niveau 2, après le dépôt de l'ensemble des individus, il ne subsiste aucun espace libre (fig. 302). Les dépôts s'organisent en 5 étapes au sein du niveau 3, pour la première étape l'espace le long des parois ouest, est et sud est libre. Lors de la deuxième étape, seul subsiste l'espace le long de la paroi sud et un espace très réduit au pied de l'entrée¹¹⁰, c'est l'étape comportant le plus d'individus. Lors de l'étape 3, seuls deux individus sont déposés dans le nord-est de la tombe, l'espace contre les parois est, sud et ouest est préservé. Lors de l'étape 4, les sujets sont déposés contre la paroi ouest et au pied de l'entrée, une importante bande (50 centimètres) est dégagée le long de la paroi est et le long de la paroi sud qui reste en partie libre, notamment le coin sud-ouest. Le long de la paroi est reste dégagé car l'individu 41 qui est déposé lors de la deuxième étape est à une altitude supérieure aux sujets déposés dans les étapes 3 et 4.

L'observation de ce choix de dépôt au sein d'un même niveau rappelle le choix opéré pour le dépôt du niveau 7 de la tombe 18 où le même phénomène est observé ce qui pourrait aller dans le sens d'une contemporanéité des niveaux 6 et 7.

L'étape 5 marque le dépôt contre la paroi est de trois sujets. Le placement contre la paroi vient combler l'espace laissé libre entre les étapes 3 et 4 et lié au dépôt du sujet 41 lors de l'étape 2. L'agencement des dépôts au sein du niveau 3 montre l'utilisation de plusieurs espaces de circulation en fonction du nombre de sujets à déposer et de la volonté de vouloir conserver une horizontalité des dépôts. L'axe le long de la paroi sud est celui qui semble privilégié tout au long de ce niveau pour le cheminement des corps.

L'espace occupé par les sujets du niveau 4 reprend le même schéma que celui de l'étape 4 du niveau 5, c'est-à-dire groupé contre la paroi ouest, avec une bande libre le long de la paroi sud (fig. 303). Lors des différentes étapes de dépôts les sujets sont déposés le long de la paroi est, puis lors de dernière étape le long de la paroi ouest.

¹¹⁰ D'après les mesures réalisées sur le modèle, il reste de 12 à 20 centimètres ce qui représente une largeur suffisante pour y poser un pied.

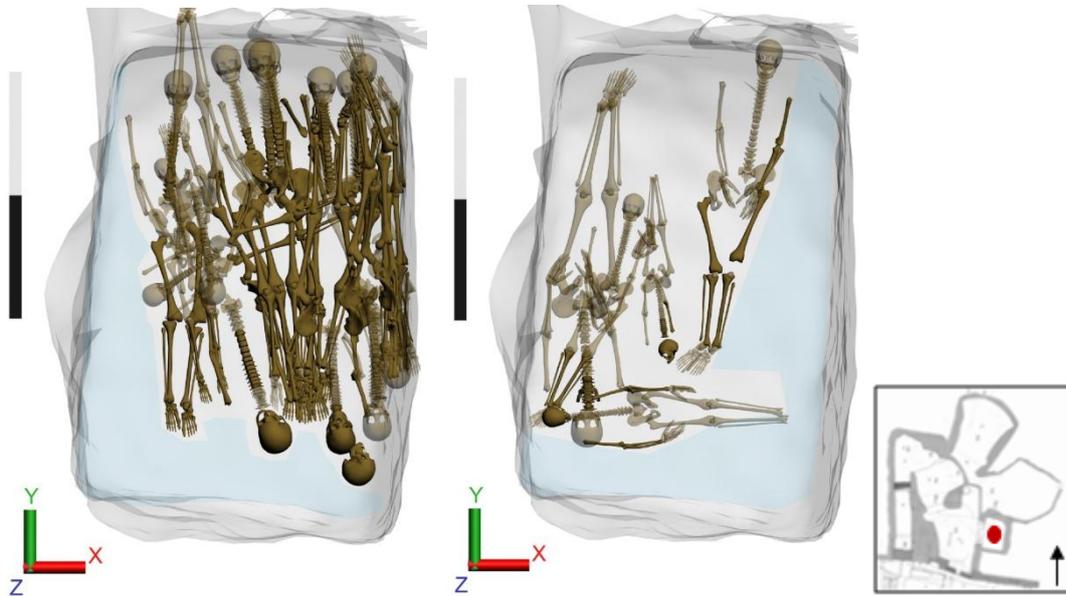


Figure 304 : Espaces libre niveau 6 à 8 et niveau 9.



Figure 305 : Évolution des espaces libres du niveau 1 au niveau 9, l'espace sud est privilégié pour la circulation.

L'angle sud-ouest laissé libre dans le niveau 3 ne l'est plus. Les espaces laissés libres peuvent être considérés comme des espaces de circulation pour le dépôt des corps mais l'utilisation de la zone inoccupée à l'aplomb de la paroi ouest sous-entend qu'il y a alors piétinement des individus déposés dans les niveaux sous-jacents.

Au sein du niveau 5, l'agencement des dépôts est tel que de nombreuses zones restent inoccupées notamment le long de la paroi sud (fig. 304). Cependant, pour ce niveau la position des corps semble plutôt indiquer que les fossoyeurs ne les ont pas déposés sur les niveaux précédents mais plutôt jeté depuis l'ouverture. Toutefois, si les niveaux sous-jacents sont peu ou pas décomposés le passage d'un individu de taille adulte pour le dépôt des corps n'est pas possible ce qui expliquerait que ces corps aient été jetés.

Pour les niveaux 6 à 8, l'aplomb des parois sud et ouest reste dégagé, les dépôts sont concentrés contre la paroi est (fig. 304).

Pour le niveau 9, les espaces laissés libres sont, comme pour le niveau 5, plus difficile à appréhender puisqu'au sein de ce niveau des sujets sont disposés selon une orientation ouest-est peu utilisé dans les autres dépôts (fig. 304). La paroi est et la paroi sud sont dégagées.

L'espace situé le long de la paroi sud est vraisemblablement utilisé tout au long des dépôts de la tombe 16 au détriment de la zone située au nord. La paroi nord est située plus proche de l'entrée mais la forte inclinaison du sol à cet endroit a dû influencer le choix dès les premiers niveaux de l'utilisation de l'espace devant la paroi sud. La continuité d'utilisation de cet espace confirme la connaissance de celui-ci durant le fonctionnement de la tombe.

Contrairement à la tombe 18, l'exigüité de la surface de la tombe 16 a nécessité pour le dépôt des individus de piétiner les sujets sous-jacents et seule la bande située le long de la paroi sud de la tombe peut être considérée comme un espace de circulation pérenne (fig. 305).

La hauteur de l'entrée de la tombe, située à 2,10 mètres, pose la question de l'accès à cet ouverture une fois à l'intérieur de la tombe, l'utilisation d'échelle en fonction de la hauteur des niveaux ne serait pas à exclure. Cependant, aucune trace n'a pu être mise en évidence dans les différents niveaux. De plus, si une échelle était utilisée dans le cas du niveau 5, l'attitude des différents corps ne s'explique pas, hormis si le dispositif pour le dépôt des corps paraissait trop long à mettre en place au vu du faible nombre de sujets (6) à déposer ou de la faible hauteur disponible si les corps des niveaux antérieurs ne sont pas décomposés.

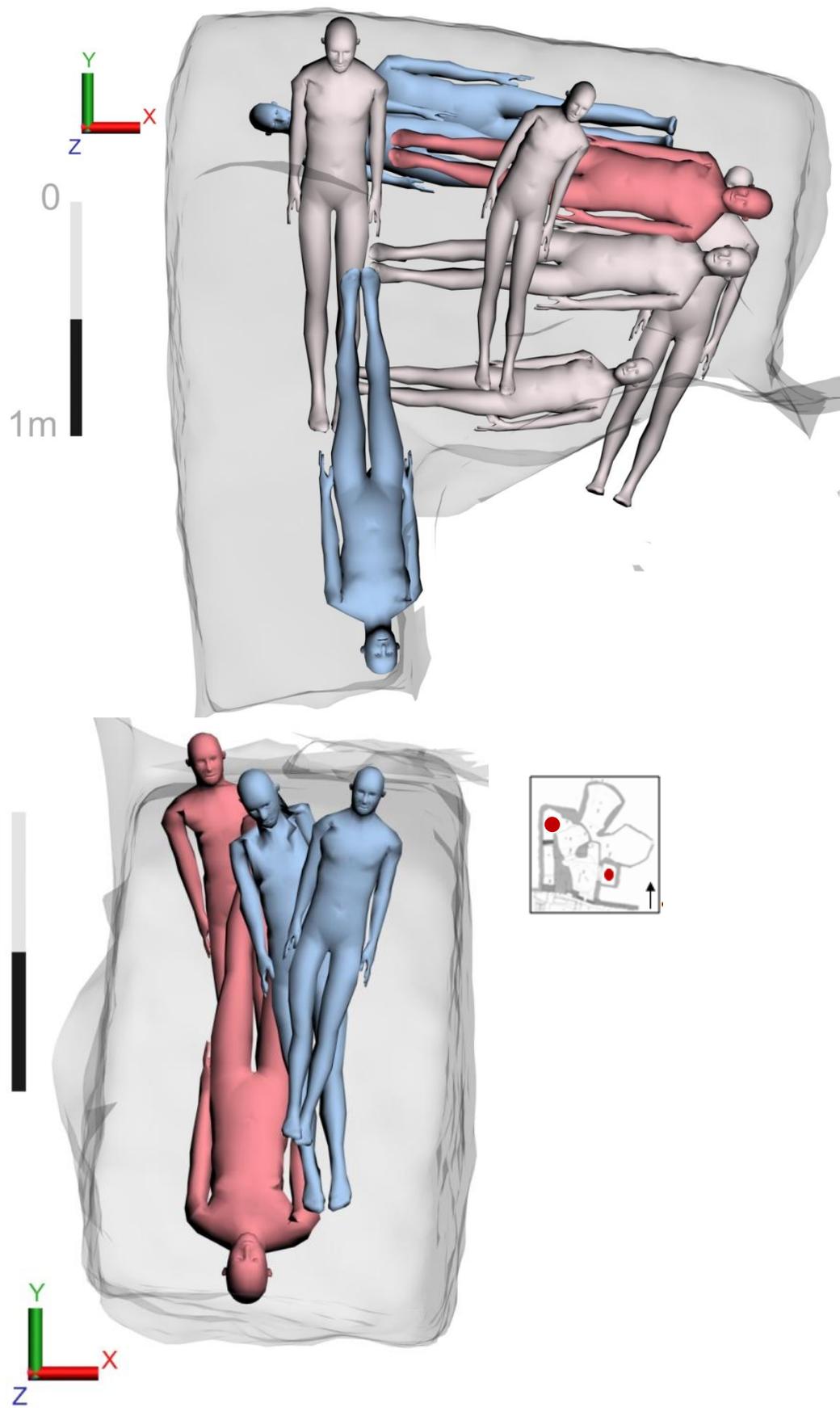


Figure 306 : Vue supérieure des individus féminins et masculins, tombe 18 et 16.

La présence d'individu tout contre la paroi ouest à l'aplomb de l'entrée sous-entend que ceux-ci ont dû être déposés depuis l'ouverture si l'on ne voulait pas les piétiner. La hauteur des niveaux sous-jacents devaient donc être suffisante.

Le dépôt de la tombe 16 a pu s'articuler en au moins deux phases, les niveaux 1 à 6 puis les niveaux 7 à 9. Les niveaux 1 à 6 ont été visiblement déposés dans des temps proches avec le maintien des espaces de circulation le long des parois et la présence d'effets de cuvette sur les corps y compris pour les individus en procubitus du niveau 5. Une seconde phase de dépôt est visible avec les niveaux 7 à 9 qui viennent combler la tombe, le niveau 8 étant entièrement déposé contre la paroi opposée à l'ouverture de la tombe.

III.2. Comparaison des tombes 18 et 16 : similitudes et divergences

III.2.1. La gestion des corps (crises de mortalités successives)

III.2.1.1. Dépôts en fonction de l'âge et du sexe : les sujets immatures, féminins et masculins

La gestion des individus féminins ou masculins est difficile à appréhender pour la tombe 16 en raison du peu d'individus sexés et ce, contrairement à la tombe 18. En effet, pour la tombe 18, il est possible de remarquer que les individus de sexe féminin sont placés en périphérie des dépôts et le plus souvent à l'aplomb de la paroi, dans un interstice laissé libre entre un autre individu et la paroi. Pour la tombe 16, les individus féminins occupent une place centrale dans les dépôts (fig. 306). Il a également été possible d'identifier le dépôt d'un sujet immature (31, 10-19) sur un individu de sexe féminin mais aucun rapprochement d'ordre familial et aucune intentionnalité ne peut être identifiée dans ce geste. La comparaison de la répartition des femmes et des hommes entre la tombe 18 et la tombe 16 n'est pas pertinente au vu de la faible détermination du sexe.

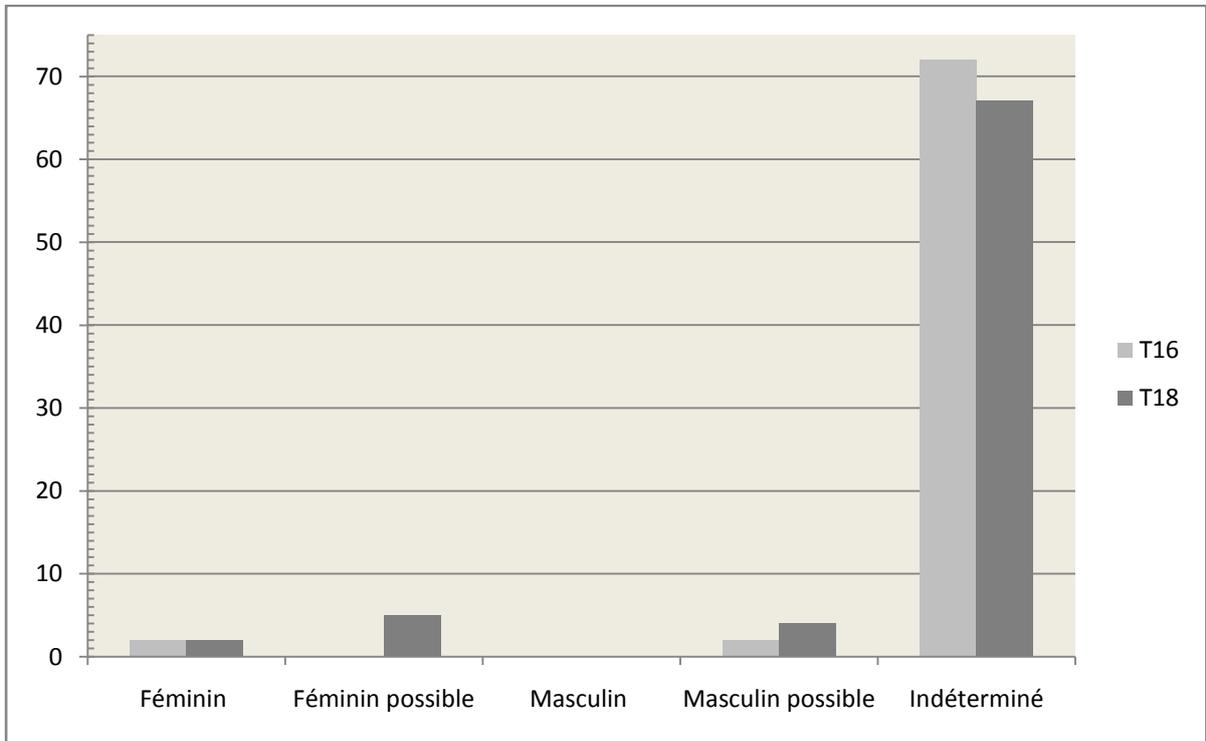
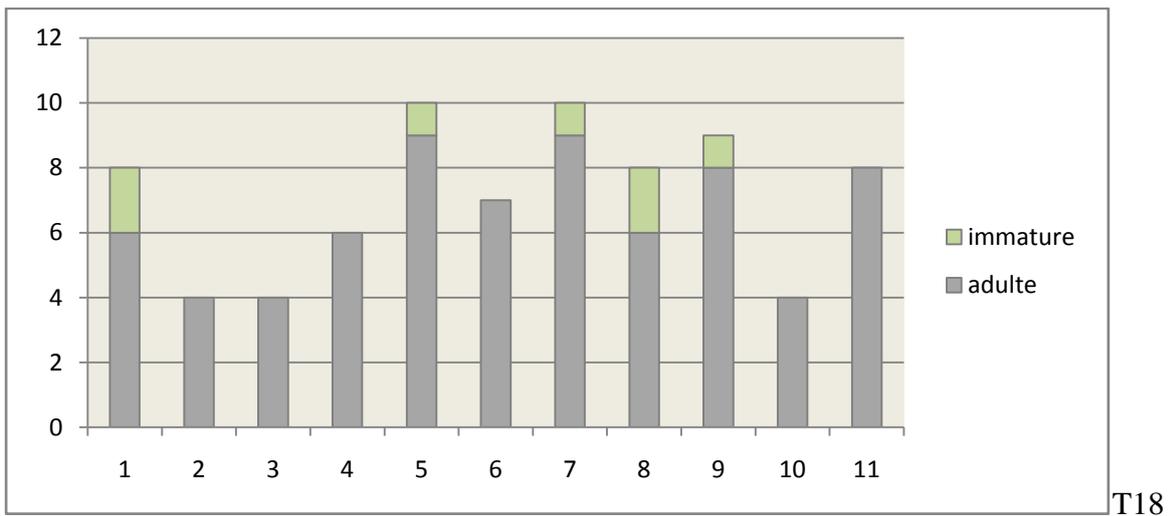
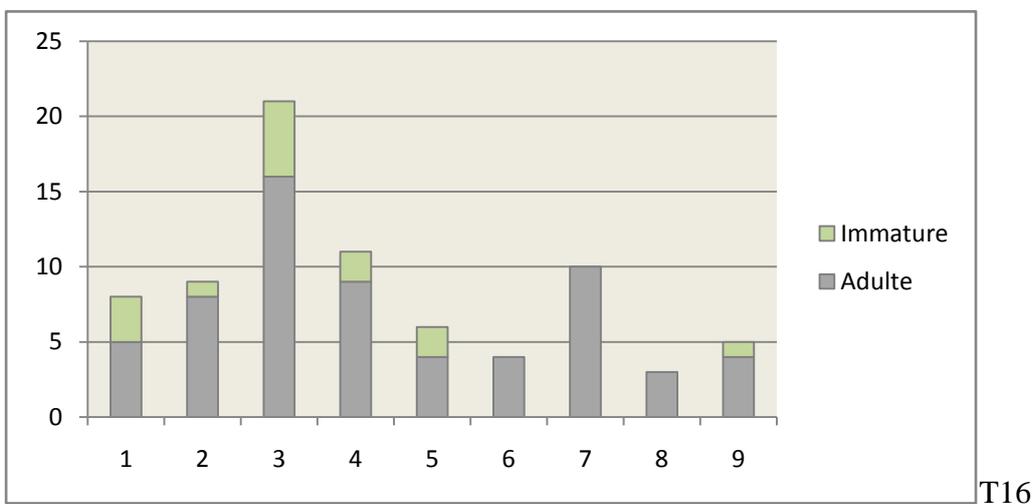


Figure 307 : Diagramme de répartition des individus selon le sexe.



T18



T16

Figure 308 : Diagramme de répartition des immatures par niveau de dépôts, T18 (en haut), T 16 (en bas).

Il demeure cependant des pistes à explorer lors de l'étude des autres tombes, notamment le placement des individus féminins contre les parois, qui renforcent l'hypothèse d'une gestion des corps, qu'elle est lieu en amont des dépôts ou en fonction des cadavres apportés au fur et à mesure des décès (fig. 307).

Le placement des individus immatures au sein de la tombe 18 tend à confirmer cette gestion puisque s'ils sont généralement déposés parmi les derniers (pour les niveaux 1, 5, 7 et 9) et dans les espaces laissés libres : sur le cou des individus (80 sur 74 pour le niveau 1 de la tombe 18), contre les parois ou entre les crânes de deux individus (49 entre 55 et 54, tombe 18 niveau 5). Pour la tombe 16, les immatures s'incluent dans la chronologie interne des dépôts et ne sont pas systématiquement déposés en dernier ou dans des espaces étroits hormis au niveau 1 où ils sont déposés contre la paroi est. La forme de la tombe peut ici influencer sur la répartition des immatures, l'espace restreint de la tombe 16 et la forme relativement quadrangulaire laissent peu d'espace inutilisé. Toutefois, il y a plus d'individus immatures dans la tombe 16 que dans la tombe 18 (fig. 308).

L'agencement des différents niveaux, de la tombe 18 ou de la tombe 16, montre que les proportions de la tombe sont prises en compte pour le dépôt des corps. L'espace est optimisé afin de permettre le dépôt d'un maximum d'individus. C'est au sein de la tombe 18 que l'espace est le mieux exploité avec le positionnement des individus en fonction de leur format comme le dépôt en marge des sujets immatures. Pour la tombe 16, aucune observation n'a pu être faite à ce sujet, les immatures n'occupant vraisemblablement pas une place particulière. La gestion en surface des corps en lien avec le format des individus est visible dans l'agencement et le choix des dépôts des sujets immatures ou adultes pour la tombe 18. Pour la tombe 16, il existe probablement une gestion des corps avant le dépôt celle-ci ne pouvant être réalisée à l'intérieur l'accès et l'espace dans la tombe étant trop étroits. Les individus de la tombe 16 auraient alors pu faire l'objet d'une sélection en fonction de leur stature et de leur volume dans le cas de ballots funéraires (cf. *supra* III.3.1.4). De plus, il apparaît que les individus de la tombe 16 sont d'un format inférieur à ceux de la tombe 18¹¹¹. La moyenne des statures est de 147,07 (+/- 4,13) mètres pour la tombe 16 et de 153,96 (+/- 4,13) pour la tombe 18. Il convient de rester prudent quant à cette hypothèse au vu de la conservation des ossements (Annexe 9 et 10).

¹¹¹ La stature des individus de la tombe 18, tout genre confondu va de 1,52 mètre à 1,77 mètre, ceux de la tombe 16 mesurent entre 1,45 mètre et 1,62 mètre (+/- 4,13)

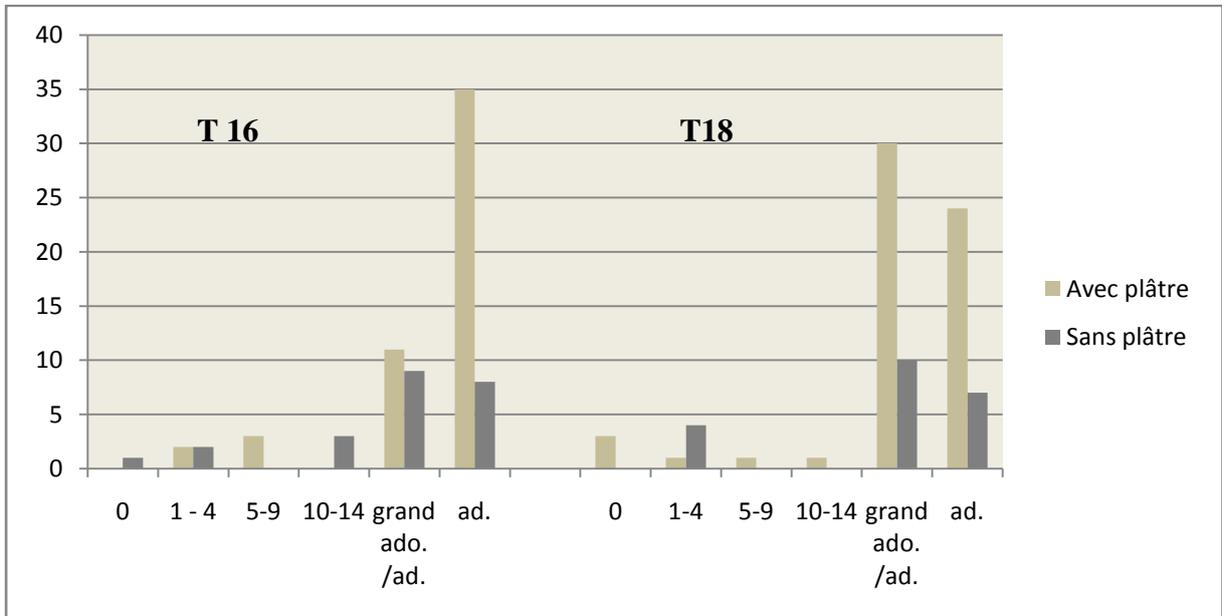


Figure 309 : Diagramme de répartition selon l'âge du plâtre dans les tombes 16 et 18.

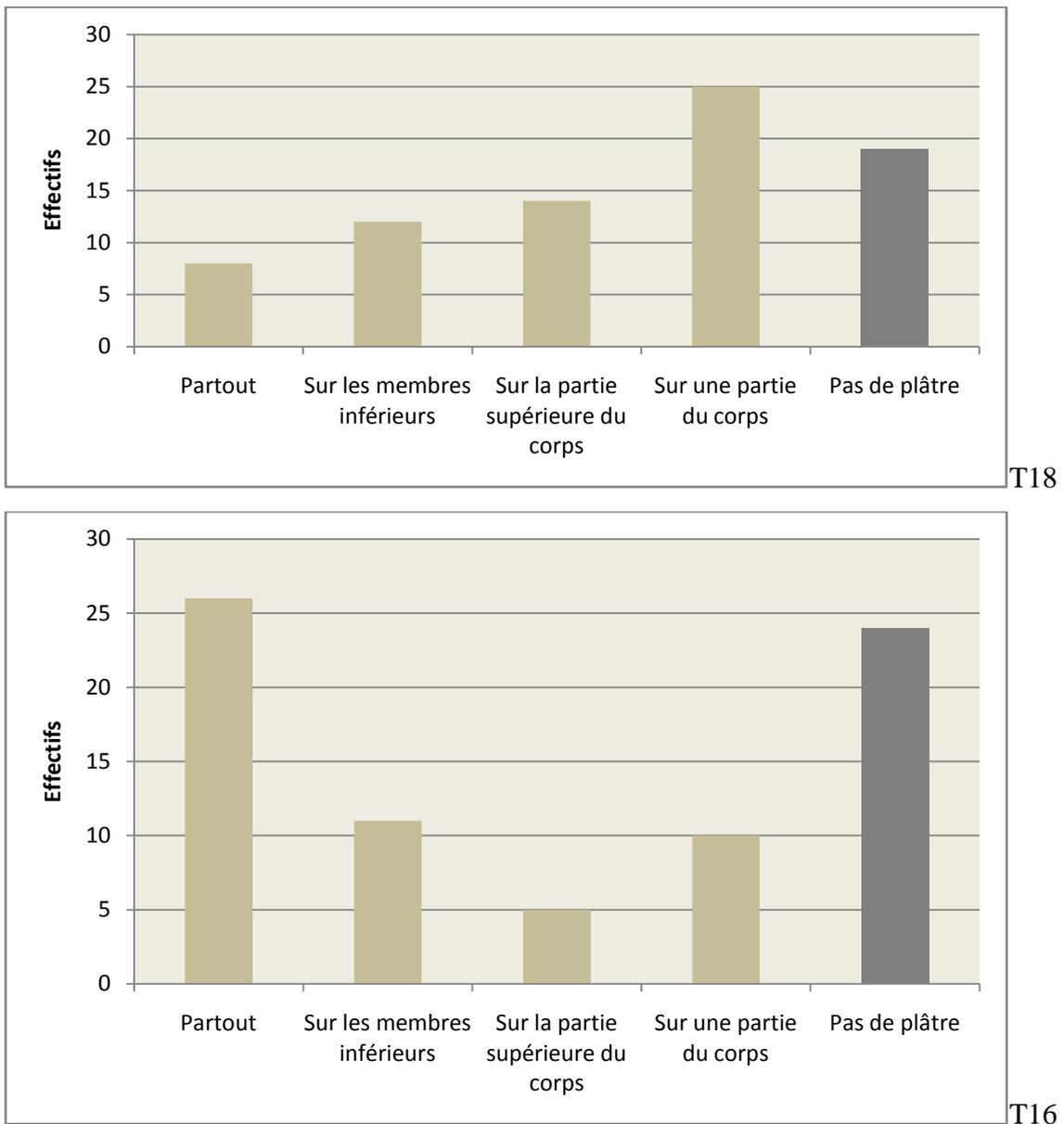


Figure 310 : Diagramme de répartition du plâtre, T18 (en haut), T16 (en bas).

De plus, il est à signaler que les individus de la tombe 18 apparaissent plus grands lors de la fouille car l'espace disponible dans la tombe 18 a aussi pu favoriser une décomposition avec un relâchement des liaisons articulaires qui a augmenté de manière artificielle la stature des individus. Le choix des corps, avant le dépôt, permet de poser la question de l'utilisation conjointe des tombes. Les individus de formats plus réduits seraient alors déposés dans la tombe 16, plus exigüe, et les individus de statures plus importantes dans la tombe 18. Le format corporel est donc sûrement plus à prendre en compte que l'âge stricto-sensu des individus et ce phénomène a été observé à Issoudun (Blanchard *et al.* 2011 : 132).

III.2.1.2. L'appareil funéraire : conservation, localisation

Lorsque l'on compare les pratiques funéraires mis en évidence dans les tombes 16 et 18 de nombreuses différences sont perceptibles au niveau de la conservation, des formes, de la composition mais également des bénéficiaires.

En effet, il apparaît que la conservation du plâtre est moins bonne dans la tombe 18 que dans la tombe 16 (fig. 309). Cet élément est, de fait, très fragmentaire dans la première et seulement trois individus parmi les trente-neuf bénéficient de plâtre qui les recouvre des pieds jusqu'au haut des épaules, alors que pour la tombe 16, il s'agit de plus de deux-tiers des individus.

Le plâtre recouvre pour certains individus un membre ou l'ensemble du corps, il peut donc prendre des formes différentes en fonction de la nature et de l'étendue de la zone qu'il recouvre. Son épaisseur est également variable d'un individu à l'autre et d'une tombe à l'autre (fig. 310).

Au sein de la tombe 18, certains individus présentent une gangue de plâtre autour et sur le crâne, cette localisation particulière ne se retrouve pas au sein de la tombe 16¹¹². La présence de paillettes d'ambre est également une particularité de l'appareil funéraire de la tombe 18 mais il n'a pas été possible de quantifier par niveau ni même de l'associer à un individu particulier, à une classe d'âge ou à un genre particulier.

¹¹² Cette localisation du plâtre a toutefois été observée au sein de la tombe X84.

Des traces au-dessus du plâtre retrouvé au sein de la tombe 18, montrent la présence de tissus au contact direct du plâtre. Le plâtre est plus épais entre les jambes et sous les jambes des individus de la tombe 16, ce que nous n'avons pas pu apprécier au sein de la tombe 18 étant donné la conservation de l'appareil funéraire.

Aucune corrélation n'apparaît entre l'âge ou le sexe des individus et la présence d'appareil funéraire dans la tombe 18 mais une corrélation entre l'âge des sujets immatures et l'appareil funéraire pourrait exister au sein de la tombe 16, il convient de rester prudent quant à cette éventuelle corrélation au vu du peu d'individus immatures mis au jour. Toutefois, pour les individus ne possédant aucun appareil funéraire, comme dans certaines classes d'âge d'immatures, il n'est pas possible de déterminer s'il s'agit d'une volonté des inhumants ou si cela est à mettre en rapport avec la mauvaise conservation.

Les deux tombes 16 et 18 présentent donc de nombreuses similitudes quant à l'appareil funéraire, même si quelques éléments se démarquent dans l'une ou l'autre, ce qui pourrait peut-être s'expliquer par une durée et/ou une période d'utilisation de la tombe différente. La tombe 16 est utilisée entre 28 et 132 ap. J.-C -d'après la datation radiocarbone¹¹³ - et la tombe 18 entre les I^{er}-III^e siècle ap. J.-C -d'après une pièce de mobilier.¹¹⁴

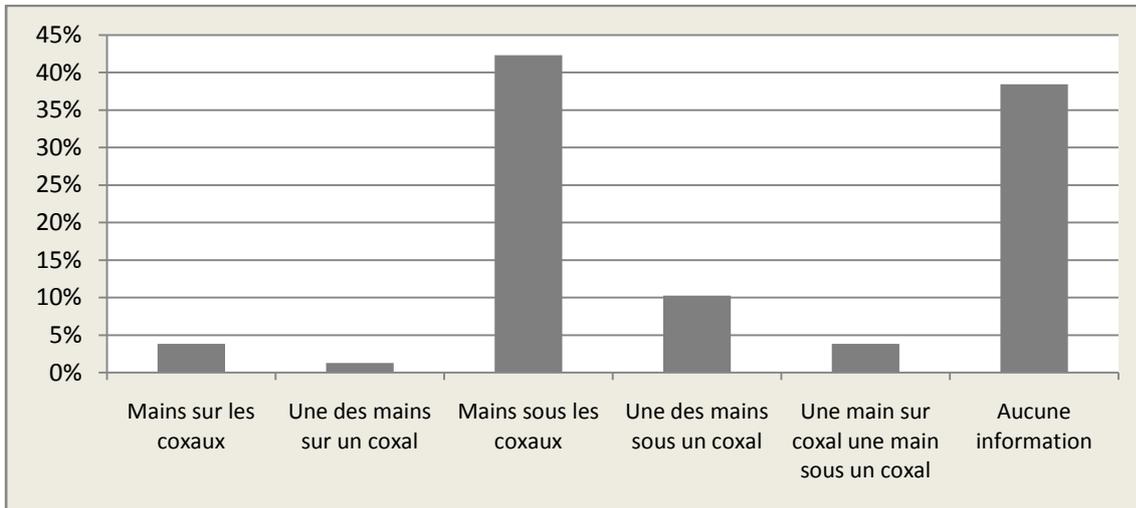
Ces deux tombes présentent, en effet, le même nombre d'individus mais l'appareil funéraire de la tombe 18 est plus élaboré mais moins présent alors que l'appareil de la tombe 16 est plus simple mais plus répandu. Cependant, l'utilisation d'un tel appareil funéraire fait figure d'exception dans des sépultures multiples de cette importance et pour la période concernée¹¹⁵.

La catacombe de San Callisto présenterait le même appareil funéraire mais trop peu d'éléments permettent de l'affirmer en raison de l'ancienneté de l'exploration et de l'absence de fouilles récentes. L'utilisation conjointe des deux tombes signifierait une crise de mortalité de plus grande envergure pour Rome (Blanchard *et al.* 2007 : 996 ; Castex, Blanchard 2011 : 291 ; Giuliani, Guyon 2011 : 112).

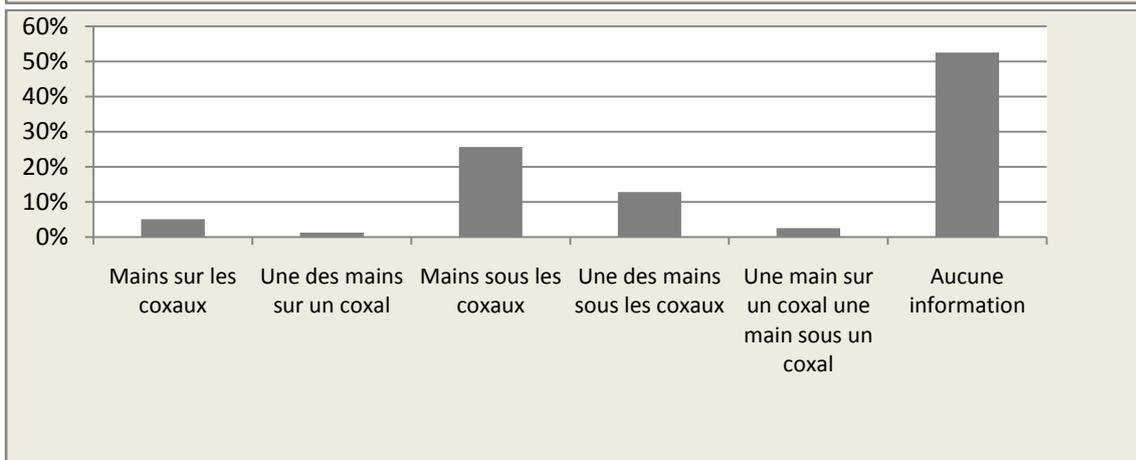
¹¹³ Cf. *supra* I.1.3.1 ou III.1.4.2.

¹¹⁴ Boucles d'oreille en or, cf. *supra* I.1.3.1 ou III.1.2.2.

¹¹⁵ La catacombe de San Callisto présenterait une stratigraphie similaire d'après les observations effectuées par l'équipe en charge de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin en mars 2006. (Blanchard *et al.* 2007 : 996).



T16



T18

Figure 311 : Position des mains pour les tombes 16 et 18.

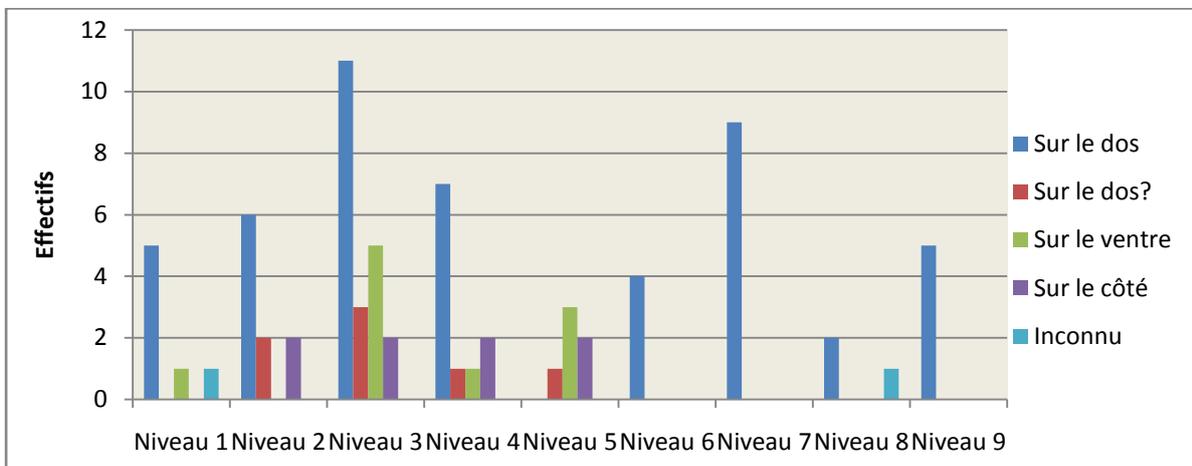


Figure 312 : Diagramme de répartition des positions par niveau, T16.

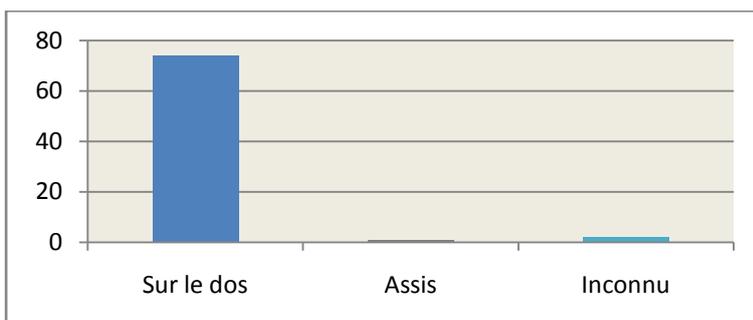


Figure 313 : Diagramme de répartition de la position des individus, T18.

III.2.1.3. Positions des corps

La position la plus largement répandue au sein des deux tombes est le décubitus, les individus sont donc allongés sur le dos, les membres supérieurs en extension le long du corps, la position des mains est quant à elle variable, en avant ou en arrière du bassin (fig. 311). Pour la tombe 16, plusieurs individus en procubitus sont à signaler, aucun n'a été observé dans la tombe 18. Au sein de la tombe 18, deux sujets sont assis, l'immatrice 80 qui est assis sur le cou du sujet 78 en appui contre la paroi nord de la tombe et le sujet A (fig. 312 et 313)¹¹⁶. Pour la tombe 16, plusieurs individus ont le haut du corps redressé contre la paroi mais il n'est pas possible de déterminer s'ils ont été déposés assis ou s'ils suivent simplement le pendage des corps comme c'est le cas pour les individus 47 et 48 du niveau 3.

Au sein de la tombe 16, plusieurs individus présentent une position atypique parfois « anti-anatomique » et des effets de cuvette sur des individus en décubitus et en procubitus. La contrainte des parois est visible sur les individus appartenant au niveau 5, notamment l'individu 24 dont les membres inférieurs sont contraints contre la paroi selon un angle droit par rapport au reste du corps. Les individus du niveau 5 sont tous en procubitus ou sur le côté. C'est le seul niveau où aucun agencement ordonné dans les dépôts n'est perceptible. Le dépôt des individus de ce niveau ne laisse percevoir aucun espace de circulation défini et il semble vraisemblable, au vu des différentes positions et des angles adoptés par les différents corps, que ceux-ci n'ont pas été déposés mais ont peut-être été jetés de l'entrée de la tombe ou bien les a-t-on laissés glisser jusqu'au niveau de sol. Les corps sont d'ailleurs regroupés près de la paroi ouest où se situe l'entrée. Pour aucun d'entre eux un appareil funéraire complet n'a pu être mis en évidence, le plâtre ne recouvrant seulement qu'une partie des corps. Les données archéologiques confirment ces observations.

Les positions atypiques n'ont été observées qu'au sein d'un niveau de la tombe 16, et seul un individu au sein de la tombe 18 à une position différente des autres corps déposés, le sujet A. Avec l'étude de ces deux tombes, il apparaît qu'en dehors de ces deux cas la position en décubitus domine, tout comme les membres supérieurs en extension le long du corps et leurs homologues inférieurs en extension les chevilles serrées.

¹¹⁶ Le dépôt A est un sujet représenté par plusieurs vestiges osseux découverts dans l'angle sud-ouest du couloir d'accès à la tombe. Plusieurs hypothèses de restitution ont permis d'établir qu'en définitif l'individu aurait été déposé le dos en appui contre la paroi, assis les talons sous les fesses.

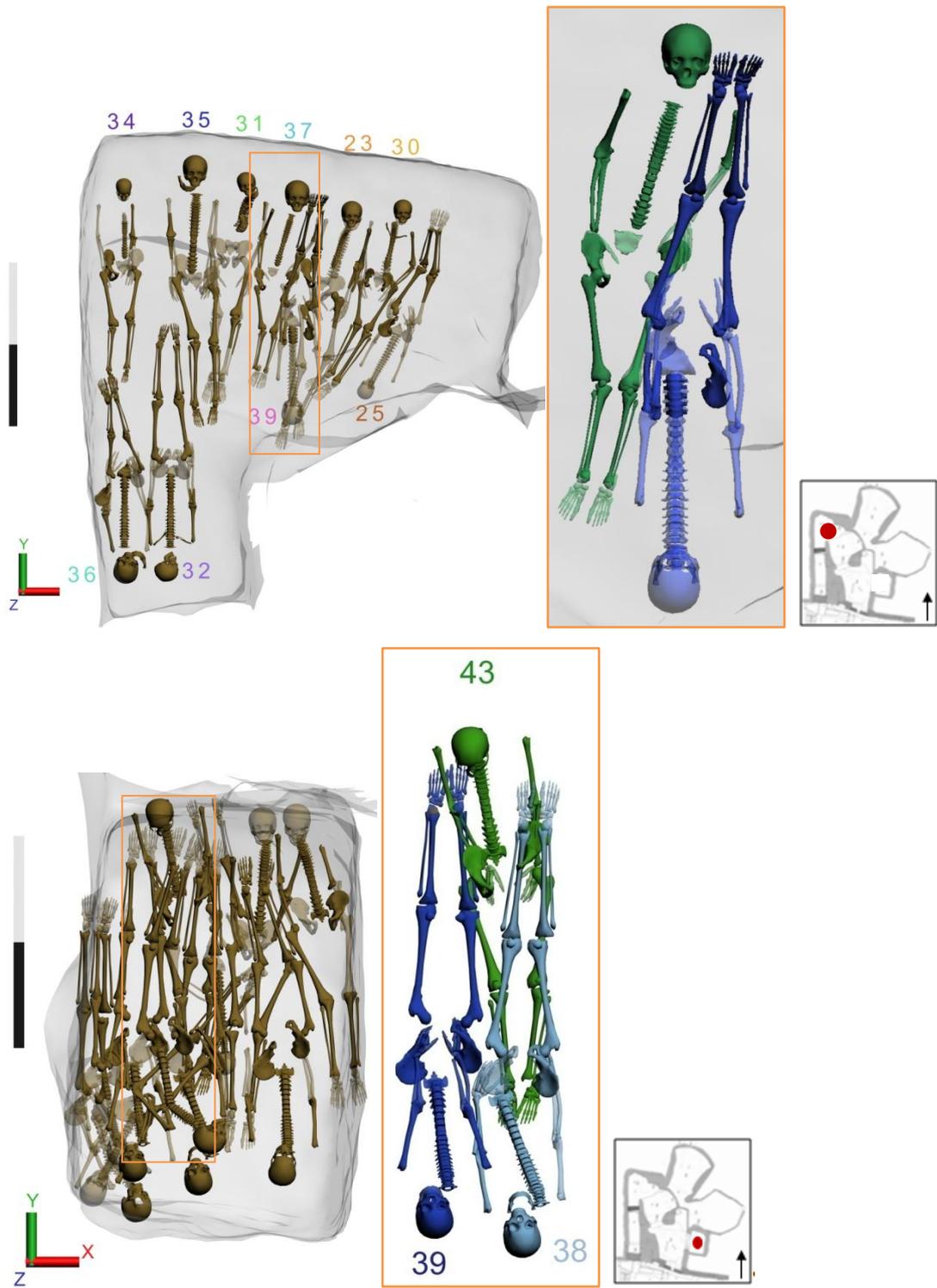


Figure 314 : Exemple d'imbrication, tombe 18 niveau 7, tombe 16 niveau 4.

Il sera intéressant de comparer ces résultats avec ceux obtenus pour les tombes 83 et 84 qui contiennent un plus grand nombre d'individus et sont, actuellement, en cours de fouille.

Les positions atypiques du niveau 5 de la tombe 16 pourront peut-être alors trouver une explication en fonction de la récurrence, ou non, de ce phénomène au sein des autres ensembles funéraires.

III.2.2. Des indices de simultanéité

III.2.2.1. Simultanéité entre les individus

La simultanéité des dépôts a pu être mise en évidence pour plusieurs niveaux et ce pour chacune des deux tombes grâce à la visualisation des imbrications entre les individus et aux superpositions. Dans le cas des imbrications, celles-ci ont lieu entre deux individus et plus. Elles concernent au sein de la tombe 18, neuf individus, alors que vingt individus sont concernés au sein de la tombe 16. Pour la tombe 18, les imbrications sont présentes dans les niveaux 7 et 9 qui comportent le plus d'individus, de plus ces niveaux présentent des effets de cuvette. Les imbrications de la tombe 16 répondent au même schéma, elles sont situées dans les niveaux avec le plus grand nombre d'individus et font partie des niveaux pour lesquels les individus présentent aussi des effets de cuvette (fig. 314). La concordance de ces éléments semble aller dans le sens d'une simultanéité au sein des niveaux et entre les niveaux de dépôts.

Dans le cas des superpositions, l'apport des nouveaux corps ne perturbent pas les dépôts précédents et ce même en l'absence d'appareil funéraire. Les articulations les plus labiles sont maintenues en connexion même lorsqu'elles sont en équilibre.

Les données archéologiques ont permis de confirmer pour certain cas la simultanéité de ces dépôts et ce, dans chacune des tombes. Une chronologie relative a pu être établie au sein de chaque niveau grâce à une étude fine des relations entre les individus, notamment les imbrications et les superpositions.

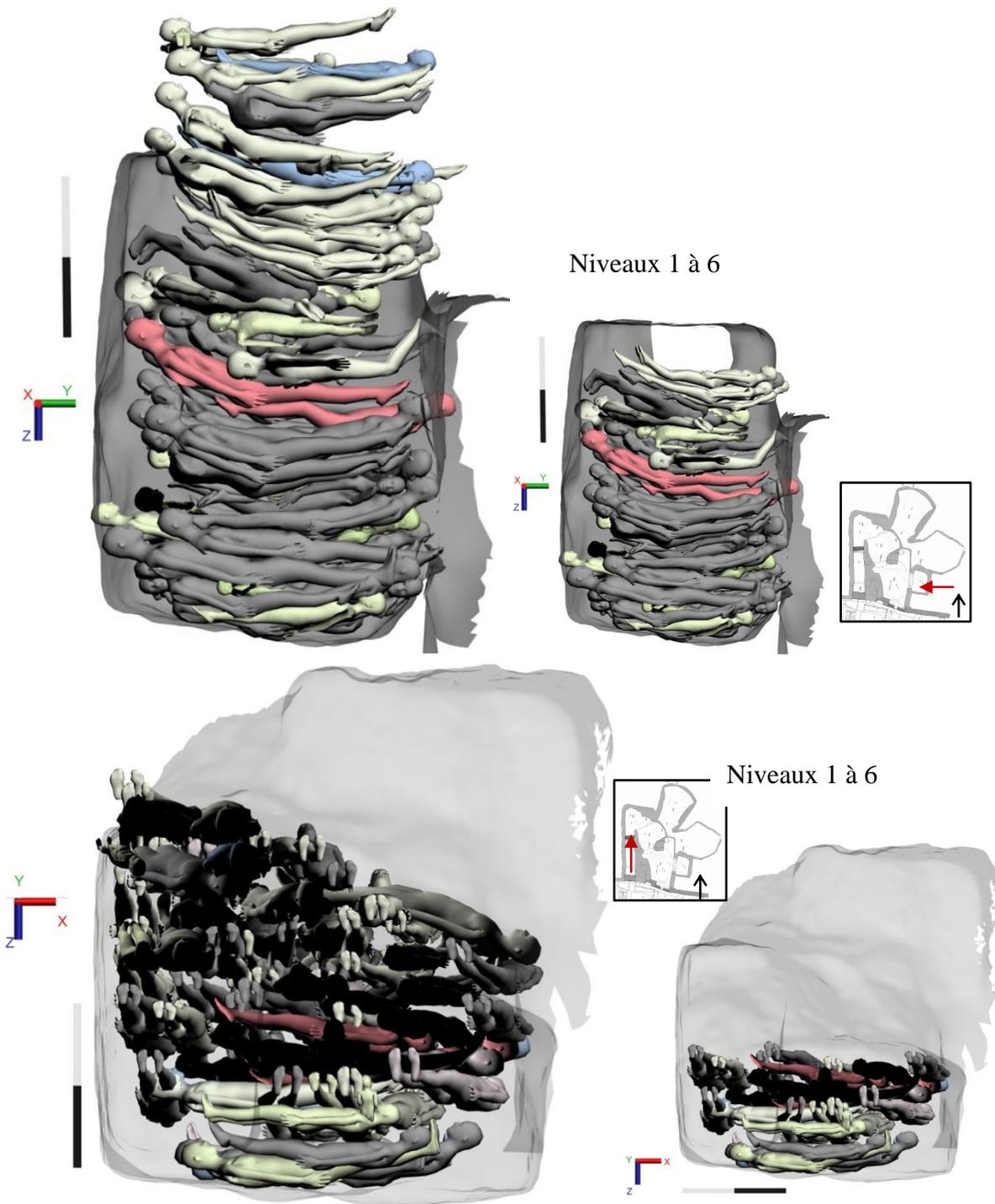


Figure 315 : Restitution volumique des corps déposés, T 16 et T 18.

III.2.2.2. Simultanéité entre les dépôts

L'étude des effets de cuvette, la restitution volumique, l'étude des espaces de circulation ont constitué autant d'arguments pour démontrer la simultanéité entre les dépôts. Pour la tombe 16 comme pour la tombe 18, il est possible de mettre en évidence un dépôt en au moins deux phases. En effet, l'intégralité des individus n'a pu être déposée en une seule et même fois sinon le niveau atteint aurait dépassé celui du plafond (Figure 315 315). Cette hypothèse de dépôt en plusieurs phases, face au manque de places au sein de la tombe, avait été évoquée lors de la fouille de ces ensembles mais la scène numérique à travers la restitution volumique des corps a permis de le confirmer.

Le maintien des espaces de circulation et la présence d'effets de cuvette sont les indices d'une décomposition conjointe des individus et montre qu'il existe une simultanéité entre certains niveaux de dépôts. Ce phénomène est visible pour les deux tombes mais à des instants différents. Pour la tombe 18 des effets de cuvette sont visibles à partir du septième niveau alors que pour la tombe 16 ceux-ci sont visibles des niveaux 1 à 6 seulement.

Le dépôt des niveaux de la tombe 18 aurait donc été étalé dans le temps entre les niveaux 1 à 6 puis continu entre les niveaux 7 à 11 ce qui correspond au nombre de niveaux décomposés nécessaires avant de pouvoir venir déposer les quatre derniers niveaux. A l'inverse, pour la tombe 16, les niveaux 1 à 6 ont pu être déposés en continu, toutefois l'effet de cuvette est en grande partie initié par la forme du fond de fosse. Les niveaux 7 à 9 ont pu être étalés dans le temps car aucun indice de simultanéité entre ces niveaux n'a pu être mis en évidence.

Le fonctionnement des deux tombes serait donc à l'inverse l'une de l'autre avec un dépôt discontinu dans le temps puis successif pour la tombe 18 et des dépôts qui se succèdent rapidement puis discontinu dans le temps pour la tombe 16.

La chronologie de ces ensembles est toutefois particulièrement difficile à appréhender car ceux-ci ne possèdent aucun marqueur chronologique et seuls des passes de sédiments¹¹⁷ permettent de séparer les niveaux entre eux.

¹¹⁷ Le changement d'orientation des corps ne peut être considéré comme un indicateur chronologique puisqu'à certains niveaux, plusieurs orientations différentes sont présentes, comme le niveau 3 de la tombe 18.

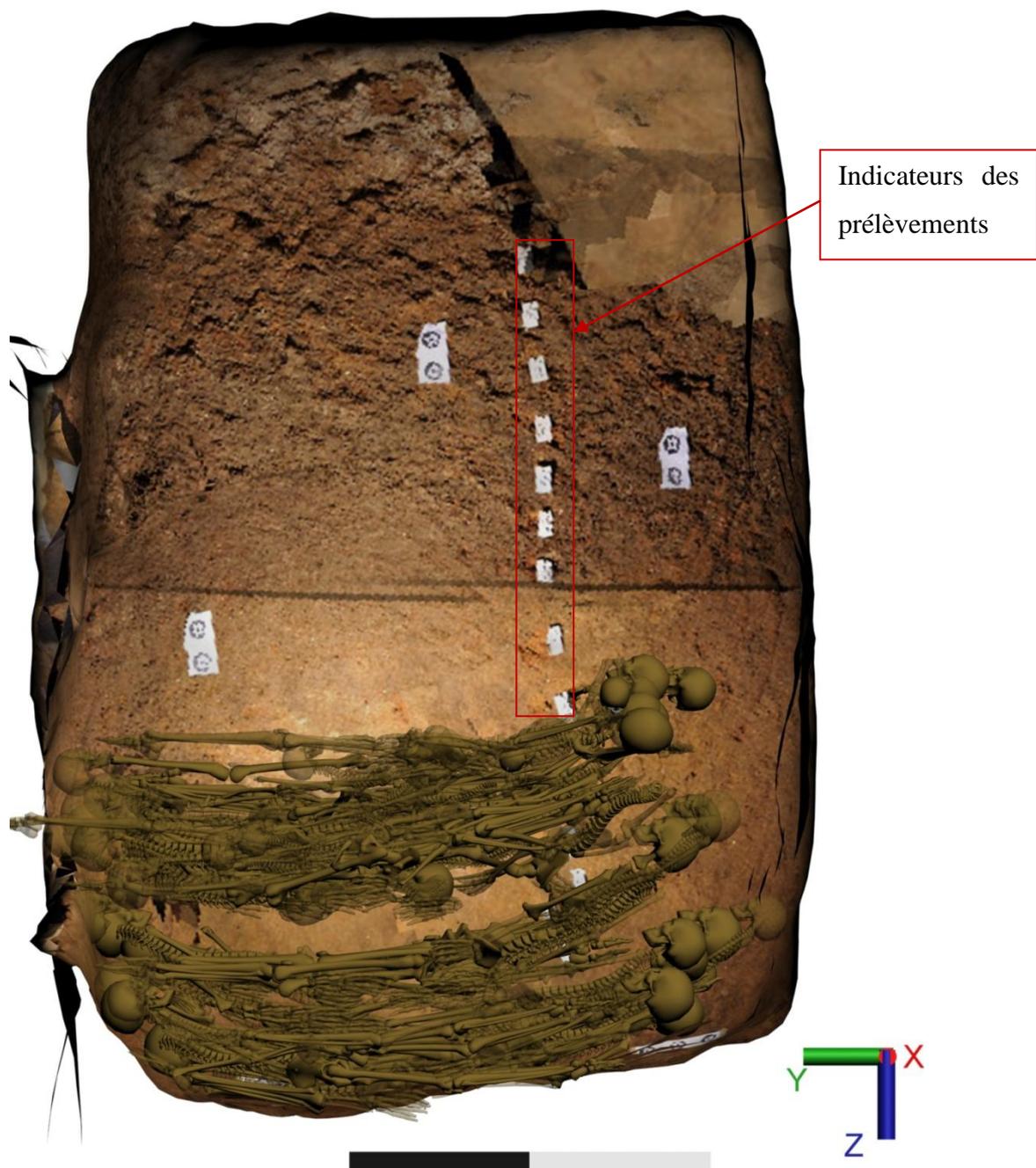


Figure 316 : Vue de la façade ouest des niveaux de dépôts de la tombe 16 texturée.

III.2.2.1. Sépultures multiples et/ou collectives

Les différents éléments permettant de mettre en évidence la simultanéité entre les dépôts et entre les individus au sein d'un même niveau pose le problème de la caractérisation de la sépulture. En effet, la simultanéité entre les dépôts et au sein des dépôts semblent désigner une sépulture multiple, mais l'ensemble des niveaux ne peut s'être décomposé en même temps, comme le montre la restitution volumique. Aucune intervention après le dépôt n'est visible, les corps se sont décomposés là où ils ont été déposés, ce qui est contradictoire avec le traitement connu des sépultures collectives. Il semble que l'on se trouve en présence d'une configuration particulière d'une sépulture avec des dépôts multiples « collectifs ». Les datations fournies par le mobilier et le radiocarbone ne permettent pas de pousser plus avant cette réflexion puisqu'il n'est pas réalisable d'établir, à l'heure actuelle, une datation par niveau de dépôt. Il ne nous est donc pas possible d'appréhender le temps entre chaque niveau de dépôt.

Pour la tombe 16, ces hypothèses chronologiques mises en relation avec les prélèvements physico-chimiques pourraient permettre l'identification du niveau maximal atteint pour les corps avec les traces de liquides de putréfaction et ainsi comparer avec le niveau de dépôt présumé maximal obtenu d'après les propositions de restitution volumique¹¹⁸ (fig. 316). L'étude des autres tombes apportera, sans doute également, des éléments de réponses ou d'autres axes de recherches quant à la gestion des corps et la logique des dépôts lors de crises de mortalité d'importance. De même, il sera intéressant de comparer le fonctionnement de chacune de ces tombes avec d'autres sépultures multiples de la même envergure¹¹⁹.

¹¹⁸ Il s'agit ici d'une étude qui devrait être initiée dans le cadre d'un master.

¹¹⁹ Telle la catacombe San Callisto précédemment citée et les sépultures multiples d'Issoudun pourraient fournir un élément de comparaison pertinent en terme de nombre d'inhumés même si la période chronologique concernée et la nature de la crise sont différentes.



Figure 317 : Vue supérieure, vue de la façade nord, vue 3/4 supérieure est, niveau 1 tombe 16.

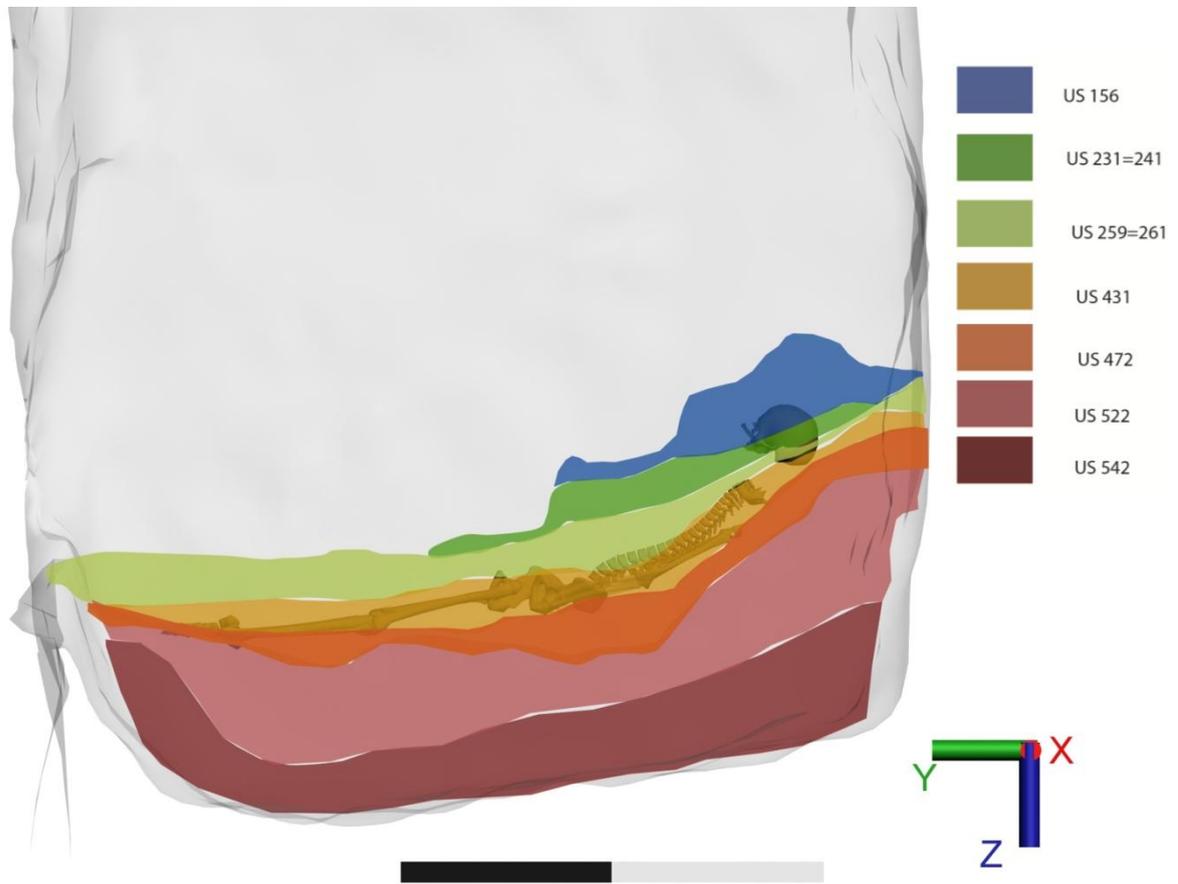


Figure 318 : Vue de la façade est de l'individu 32, niveau 4.

III.2.3. Apports de la visualisation des scènes 3D à l'analyse

III.2.3.1. L'analyse des temps chronologiques

La scène numérique permet d'accéder à différents points de vue que n'offre pas un support bidimensionnel. Elle permet ainsi d'observer sous l'angle choisi un ou plusieurs individus et étudier leur interaction, entre eux et avec l'environnement (sol, parois, entre autres).

Pour l'analyse des temps chronologiques, il est nécessaire de pouvoir étudier au plus près les différentes interactions entre les individus, notamment les imbrications qui sont l'indice d'une simultanéité de dépôts entre les individus. La visualisation en trois dimensions des individus en facilite la compréhension puisqu'il permet d'appréhender précisément quels os sont en contact et l'altitude qui les séparent et ce de manière directe (fig. 317). Le gain de temps est ici important puisqu'il est possible d'observer pour chaque individu les différentes altitudes des ossements et de les confronter avec les autres individus du niveau ou de l'ensemble de la tombe sans pour cela calculer l'altitude pour chaque os.

La scène numérique permet donc d'observer les indices de simultanéité entre les individus mais également entre les dépôts et surtout d'appréhender l'agencement des dépôts grâce à la restitution sous forme de squelettes à travers l'étude des superpositions, des imbrications, des juxtapositions mais également grâce à la restitution volumique qui permet de mettre en évidence les interactions entre individus sous la forme de corps. De plus, la constitution des dépôts peut être simulée, ce qui a permis de tester les différentes hypothèses et suivre pas à pas une restitution de la logique des dépôts, niveau par niveau, tombe par tombe.

Certains individus de la tombe 16 n'ont pu être attribués à un niveau de dépôts et intégrés à la logique des dépôts. Chaque individu a donc dû être mis en relation avec les autres sujets de son niveau afin de comprendre sa position et son implication dans les dépôts en comparant les altitudes et en l'observant sous différents angles. Il a été possible alors de les inclure *a posteriori* au sein d'un niveau particulier grâce aux superpositions dont ils font l'objet mais aussi grâce à la restitution des passes de sédiments (fig. 318). Cette opération n'était pas réalisable à l'aide des calques et seule la modélisation tridimensionnelle a permis de visualiser ces individus au sein des passes des sédiments relevées en coupe. Ces observations n'avaient pu être réalisées lors de la fouille et le caractère destructeur des fouilles ne nous permet plus d'y avoir accès.

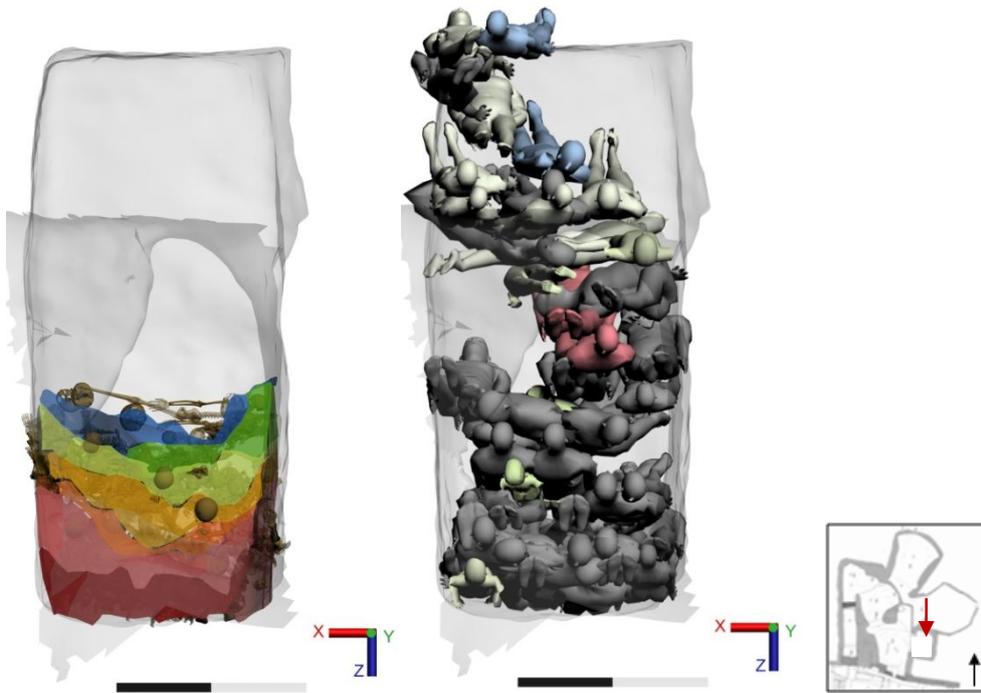


Figure 319 : Restitution du remplissage de la tombe, squelette et corps en volume, tombe 16.

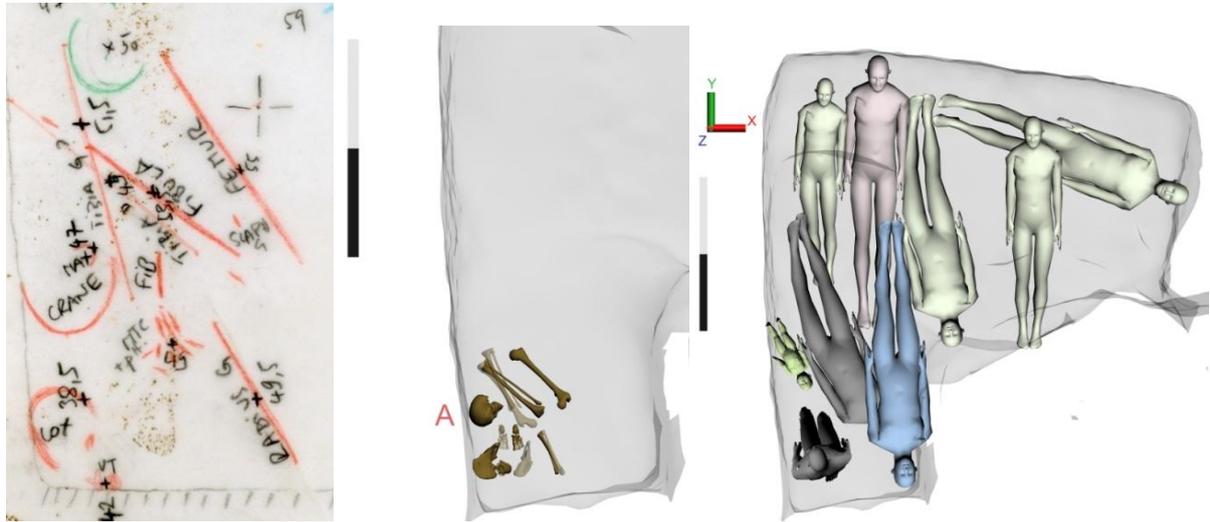


Figure 320 : Sujet A : relevé terrain, vue supérieure, vue de la façade est, restitution volumique.

La modélisation de l'ensemble des composants de la tombe, individus, passes de sédiments entre autres, a permis d'inclure ceux-ci dans une logique globale des dépôts et a ainsi facilité l'étude de l'évolution taphonomique des dépôts. L'élaboration de scène 3D a contribué à enrichir notre réflexion sur la tombe mais également à évaluer les possibilités d'analyses *a posteriori* offerts par celle-ci.

Les hypothèses de restitution testées pour notamment la mise en volume des individus, c'est-à-dire sous la forme de corps et non plus de squelettes, ont confirmé le présupposé formulé lors de la fouille concernant les tombes et la capacité d'accueil des individus. En effet, les hauteurs occupées par les sujets après la décomposition sont très faibles entre 60 et 80 centimètres et en restituant le volume originel de dépôt, il apparaît que l'intégralité des niveaux n'a pu être déposée en une seule et même fois (fig. 319). Sans l'utilisation de la restitution tridimensionnelle cette hypothèse n'aurait pu être validée et mise en image.

La possibilité d'inclure les sujets tels que déposés, c'est-à-dire sous la forme de cadavres en volume facilite la compréhension de la gestion des corps et des dépôts et la manière dont l'espace a été utilisé.

La scène numérique a permis de tester les différentes hypothèses formulées lors de la fouille et de confirmer ou d'infirmer les présupposés. Nous pouvons citer par exemple le dépôt A dont la compréhension était particulièrement difficile puisqu'il s'agit d'un amas osseux situé dans l'angle sud-ouest de la tombe 18. L'agencement des vestiges osseux laissait penser à un dépôt assis, la modélisation tridimensionnelle a permis de restituer la position initiale de l'individu d'après la position des ossements et les hypothèses de mouvements des os liés à la décomposition (fig. 320).

III.2.3.2. Apports pour l'analyse de la composition de la tombe

La représentation des individus en volume, sous la forme de corps mis en couleur en fonction de différentes informations telles que le sexe ou la classe d'âge, a permis d'étudier précisément la répartition des individus. En effet, le grand nombre d'individus par tombe rend difficile de mener une étude particulière sur un ou plusieurs types d'individus.



Figure 321 : Restitution volumique du niveau 3 de la tombe 16 comportant 21 individus, adultes de sexe indéterminé, immature, grands-adolescents/adultes.

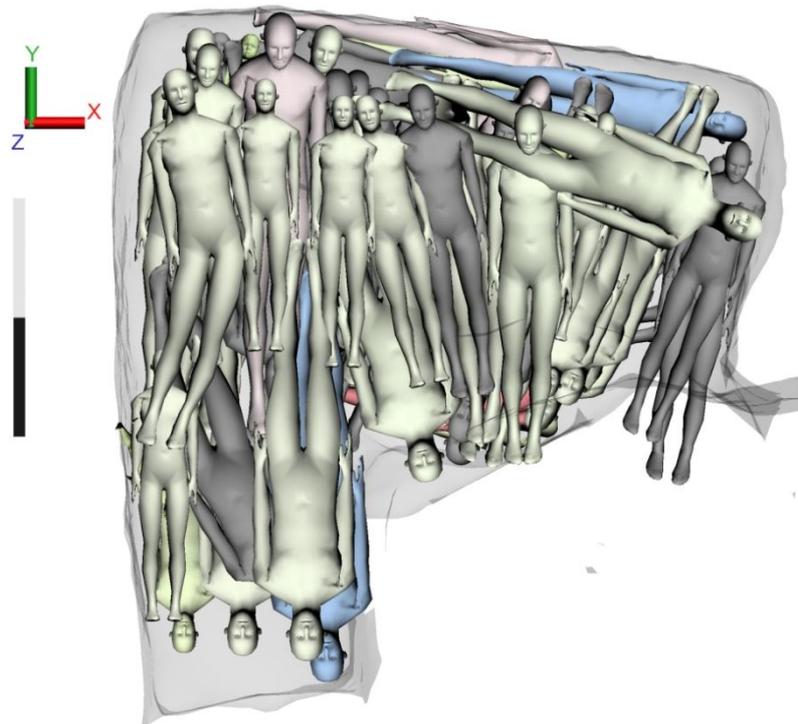


Figure 322 : Restitution volumique, T18.

La modélisation en trois dimensions a donc permis de mener l'étude à plusieurs échelles de visualisation, celle de l'individu, du niveau mais également entre les différents niveaux quels que soit leur éloignement.

En effet, il est ainsi possible de visualiser rapidement la localisation d'un sujet immature ou la répartition des individus dans la tombe en fonction de leur âge. Il en est de même pour les hommes et les femmes, grâce au code colorimétrique établi, il est aisé de mettre en évidence l'un ou l'autre sexe et ainsi d'étudier sa répartition et voir s'il existe des localisations ou des positions particulières en fonction du genre (fig. 321 et 322).

Au-delà des études de répartition qui sont grandement facilitées par la visualisation au sein de la scène numérique, il a été possible de mettre en avant les individus dont l'appartenance à une classe d'âge précise n'était pas définie, c'est-à-dire la catégorie des grands-adolescents/adultes. En effet, ceux-ci représentent le tiers (T16) ou la moitié (T18) des individus au sein des deux tombes et il a été possible de mettre en évidence qu'ils sont situés dans les niveaux où la conservation est la plus mauvaise ou en bordure des parois, donc soumis à la percolation. Ils sont peu présents voire absents des niveaux 1, 2 et 3 de la tombe 16, mieux conservés.

D'un point de vue général, la scène joue un rôle essentiel dans la compréhension de l'agencement des dépôts notamment pour l'étude taphonomique, l'étude fine des imbrications. En ce qui concerne la répartition des individus en fonction du sexe et de l'âge, l'étude de la scène a été limitée par le faible taux de détermination de l'âge et du sexe mais pourrait se révéler plus informative pour des sites où les données biologiques sont mieux connues.

La mise en relation au sein du modèle des individus et de l'espace funéraire, c'est-à-dire la tombe en elle-même, a permis de démontrer que le format des individus étaient pris en compte dans l'agencement des dépôts avec le placement des individus de taille réduite contre la paroi ou encore entre deux individus. La morphologie de la tombe fait donc partie intégrante des réflexions qui entourent la gestion des corps. Sans la représentation tridimensionnelle, celle-ci aurait été appréhendée que de façon fragmentaire en fonction des contours relevés.



Figure 323 : Visualisation conjointe des deux tombes, niveau 1.

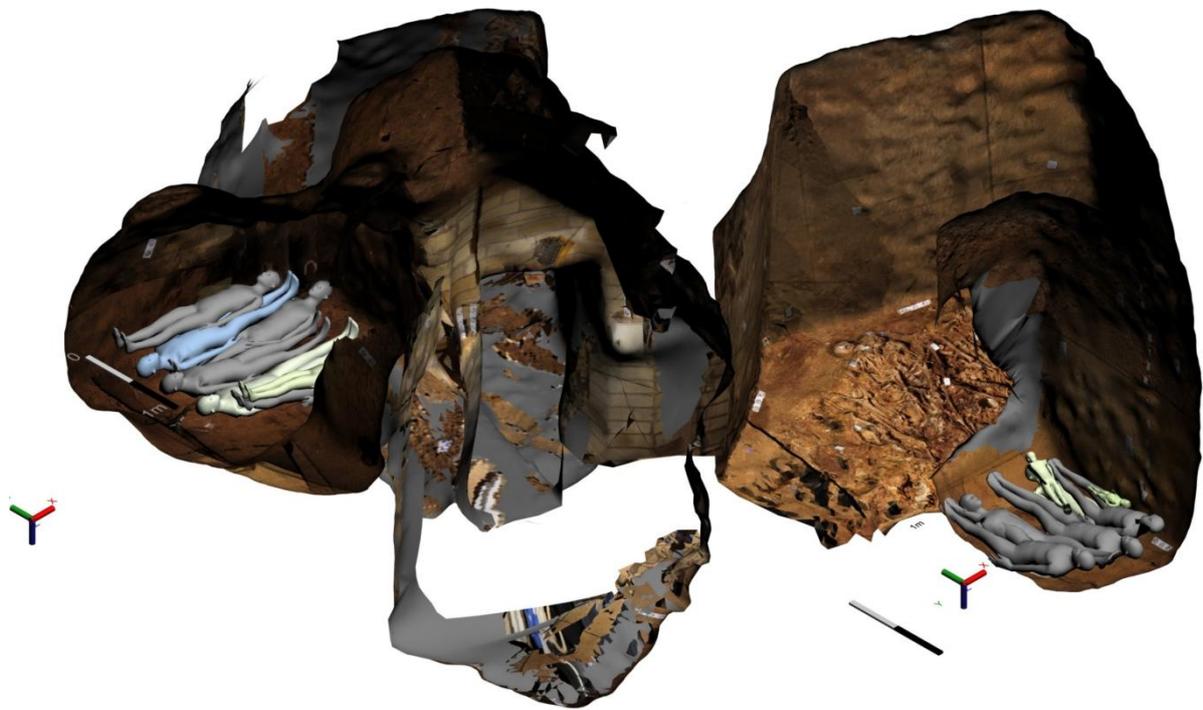


Figure 324: Visualisation conjointe des deux tombes et de la catacombe.

III.2.3.3. Bilan et perspectives d'études pour les tombes 16 et 18

L'analyse des deux tombes est grandement facilitée par l'utilisation d'une scène numérique car la manipulation individu par individu, ou niveau par niveau, est simplifiée par rapport aux calques où parfois un individu se retrouve sur plusieurs autres (fig. 323). Il est donc plus facile d'appréhender un individu dans sa globalité et dans son rapport aux autres sujets à travers la restitution. La modélisation tridimensionnelle fournit une aide précieuse à l'analyse des tombes 16 et 18 puisqu'elle permet une étude précise de chaque individu, à travers l'étude du positionnement de chacun de ses ossements relevés mais également de l'allure générale de son corps. Toutefois, en l'absence totale de relevés et de photographies deux individus n'ont pu être restitués toutefois, leur observation sur le terrain a permis de les intégrer dans la chronologie des dépôts. La composition de la tombe peut également être étudiée finement grâce à la mise en couleur des corps des individus selon leurs caractéristiques, âge et sexe. Toutefois un des éléments les plus pertinents dans les scènes tridimensionnelles est la possibilité de proposer des hypothèses de restitutions des individus, de la gestion des dépôts et de les tester.

De même, l'échange entre les différents acteurs de l'étude est simplifié par l'utilisation d'un modèle 3D ou par la visualisation d'images ou de vidéos. En effet, au vu du grand nombre d'individus, il est particulièrement complexe de se faire une représentation mentale de chacun, la scène numérique permet de discuter autour d'une image commune en visualisant tous les éléments constitutifs de la tombe de l'espace funéraire aux individus. La diffusion et la valorisation de la catacombe sont également facilitées. Cette catacombe est pour l'instant fermée aux publics mais la modélisation de l'espace funéraire et des corps déposés permet d'en poursuivre l'étude, mais également d'en proposer une restitution au public (fig. 324).

La modélisation tridimensionnelle des deux tombes de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin pourra être enrichie par l'ajout au sein de la scène numérique de l'ensemble des individus relevés dans les ensembles funéraires adjacents et ce, afin d'étudier les éventuels similarités en terme de dépôt, de chronologie. En effet, le début du fonctionnement des tombes X83 et X84 concorde avec la fin des dépôts au sein des tombes 16 et 18. Il serait donc intéressant de comparer la gestion des corps effectuée au sein des dépôts contemporains, que ce soit pour la logique des dépôts mais également pour les pratiques funéraires mises en œuvre.

De plus, pour ces deux tombes, des niveaux mieux conservés ont été mis au jour et il serait pertinent de mettre en regard les résultats des études biologiques, que ce soit pour l'étude de la répartition des sexes mais également des immatures, avec les données des tombes 16 et 18. A une échelle plus grande, réaliser la modélisation des tombes X83 et X84¹²⁰ dans un premier temps en plus des tombes 16 et 18 permettraient de reconstituer la gestion des corps sur les trois siècles d'occupation de la tombe et ainsi étudier les similarités mais également les différences concernant l'orientation, la logique des dépôts mais surtout la gestion de l'espace funéraire au sein de chaque tombe et peut-être ainsi mieux appréhender l'origine de la population inhumée et ainsi celle de la population inhumante.

Le modèle constitue un laboratoire expérimental virtuel où les hypothèses de restitution quant à la position des individus, la logique des dépôts, le cheminement des corps, peuvent être soumises et discutées aisément avec les chercheurs. La scène tridimensionnelle est évolutive et peut être enrichie des nouveaux travaux comme de la validation d'hypothèses antérieures. Enfin, la création de scène tridimensionnelle permet de retrouver des états aujourd'hui disparus et d'en assurer la pérennité auprès de la communauté scientifique mais également dans le cadre d'une plus large diffusion.

¹²⁰ Toutefois, il est important de noter que ces deux ensembles n'ont pas été fouillés dans leur intégralité.

Synthèse

L'étude taphonomique des tombes a permis de mettre en évidence des similitudes et des disparités dans le traitement des individus.

Tout d'abord, la gestion des corps au sein de chaque tombe est liée aux caractéristiques même de la tombe, c'est-à-dire à l'espace disponible pour inhumer les corps. La rationalisation des dépôts est visible dans les deux tombes mais s'expriment de manière différente. Dans la tombe 18, la grande largeur permet de disposer les individus les uns à côté des autres, avec une superposition limitée des dépôts. La stature joue un rôle important dans l'organisation d'un dépôt, un choix est opéré pour exploiter au mieux l'espace disponible, il en résulte le dépôt en périphérie, le long des parois des sujets immatures et féminins de format plus réduit. Les sujets immatures sont également utilisés pour combler les espaces libres entre plusieurs individus adultes.

La tombe 16 à l'inverse, présente une faible largeur qui a favorisé les superpositions au sein des niveaux de dépôts mais également les imbrications, preuve d'une simultanéité des dépôts des corps. Les sujets de format réduits, tels que les sujets immatures ou féminins n'occupent pas une place particulière au sein des dépôts contrairement à la tombe 18.

Certains des corps déposés sont préparés, recouverts de plâtre et de tissu, des fils d'or, de la résine et des paillettes d'ambre font également partie de l'appareil funéraire. Les deux tombes présentent des individus recouverts de plâtre mais dans des proportions différentes. L'appareil funéraire semble moins important et moins développé au sein de la tombe 18, mais la mauvaise conservation des vestiges semblent y contribuer. La position de dépôt des individus est similaire dans les deux tombes, en décubitus, les membres en extension, mains sous les coxaux, il faut noter tout de même la présence d'individus en procubitus dans la tombe 16 et les sujets du niveau 5 qui comme le sujet A de la tombe 18 présentent une position de dépôt que l'on pourrait qualifier d'atypique puisque inhabituel au sein de ces ensembles.

Les différentes études croisées menées sur les relations entre les individus, les niveaux de dépôts, la pérennité des espaces de circulation, les effets de cuvette montrent qu'au sein des deux espaces funéraires, il y a une simultanéité du dépôt des individus et une simultanéité entre les niveaux de dépôts. La chronologie relative établie pour chacune des tombes met en évidence que l'ensemble des dépôts n'a pu se faire en un seul et même temps. Toutefois, au vu des éléments, nous ne sommes pas en mesure de proposer une chronologie absolue niveau par niveau, nous pouvons seulement élaborer des suppositions quant à la continuité ou à la discontinuité de dépôts entre certains niveaux.

Le modèle tridimensionnel a joué un rôle important dans l'étude, au-delà de fournir des images des vestiges, la manipulation des objets modélisés selon tous les axes a permis d'étudier au plus près les relations entre les individus et entre les différents vestiges qui composent la tombe.

La possibilité de simuler le volume des corps, le cheminement des corps, de tester les hypothèses de restitution de la position des individus ont permis de mener à bien cette analyse et enrichir les restitutions de nouvelles hypothèses, amenant ainsi de nouveaux axes de réflexions.

Quatrième partie : Recommandations quant à l'utilisation des modèles numériques pour l'étude des sépultures plurielles..... - 405 -

IV. Modélisation tridimensionnelle des sépultures multiples : état de la question.. - 407 -

IV.1. Modéliser : pourquoi et à partir de quoi.....- 407 -

- IV.1.1. Les enjeux de la modélisation tridimensionnelle..... - 407 -
 - IV.1.1.1. Les problématiques liées à la modélisation - 407 -
 - IV.1.1.2. Les sépultures multiples non encore fouillées - 409 -
 - IV.1.1.3. Les sépultures multiples fouillées..... - 413 -

IV.2. L'acquisition des données.....- 415 -

- IV.2.1. Le recueil des informations nécessaire à la modélisation 3D - 415 -
 - IV.2.1.1. Les informations indispensables à la modélisation..... - 415 -
 - IV.2.1.2. Les informations relatives à l'ensemble funéraire - 419 -
 - IV.2.1.3. Les informations techniques : coordonnées X, Y, Z..... - 421 -
 - IV.2.1.4. Les informations visuelles : photographie numérique - 425 -
 - IV.2.1.5. Les informations analytiques : minutes de terrain, relevé d'unité stratigraphique..... - 427 -
 - IV.2.1.6. Les informations archéologiques : la stratigraphie - 429 -

IV.3. Acquisition des données sur le terrain- 431 -

- IV.3.1. Acquisition directe des coordonnées - 431 -
 - IV.3.1.1. La fiabilité de la modélisation tridimensionnelle..... - 431 -
 - IV.3.1.2. Apports sur le terrain - 435 -
 - IV.3.1.3. Apports pour l'analyse..... - 439 -
- IV.3.2. Les perspectives d'études - 441 -
 - IV.3.2.1. La constitution d'une bibliothèque de référence..... - 441 -
 - IV.3.2.2. La constitution d'une bibliothèque de référence de sites - 447 -
 - IV.3.2.3. Apports de la modélisation tridimensionnelle : le cas des sépultures collectives - 447 -

Quatrième partie : Recommandations quant à l'utilisation des modèles numériques pour l'étude des sépultures plurielles

Scène numérique : Ensemble des modèles numériques constitutifs de la sépulture

- vestiges osseux
- mobilier
- appareil funéraire
- espace funéraire

Figure 325 : Définition de la constitution d'une scène numérique 3D (cf. *supra* II.1.1.2).

IV. Modélisation tridimensionnelle des sépultures multiples : état de la question

IV.1. Modéliser : pourquoi et à partir de quoi

IV.1.1. Les enjeux de la modélisation tridimensionnelle

Comme nous avons pu le voir précédemment, la qualité des données recueillies lors de la fouille détermine la précision du modèle scientifique élaboré. L'expérimentation de la modélisation tridimensionnelle des sépultures multiples de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, nous a permis d'identifier les informations indispensables à la réalisation d'une scène numérique 3D afin d'en garantir la fiabilité. Les recommandations formulées ci-après concernent les sépultures multiples selon leur état de connaissance, fouillées ou non encore fouillées.

IV.1.1.1. Les problématiques liées à la modélisation

L'utilisation d'une scène numérique pour l'étude des sépultures multiples ne constitue pas en soi une problématique, celle-ci doit être intégrée dans une démarche plus globale, une problématique archéologique, comme l'étude d'une tombe, d'un site ou d'ensembles funéraires (fig. 325).

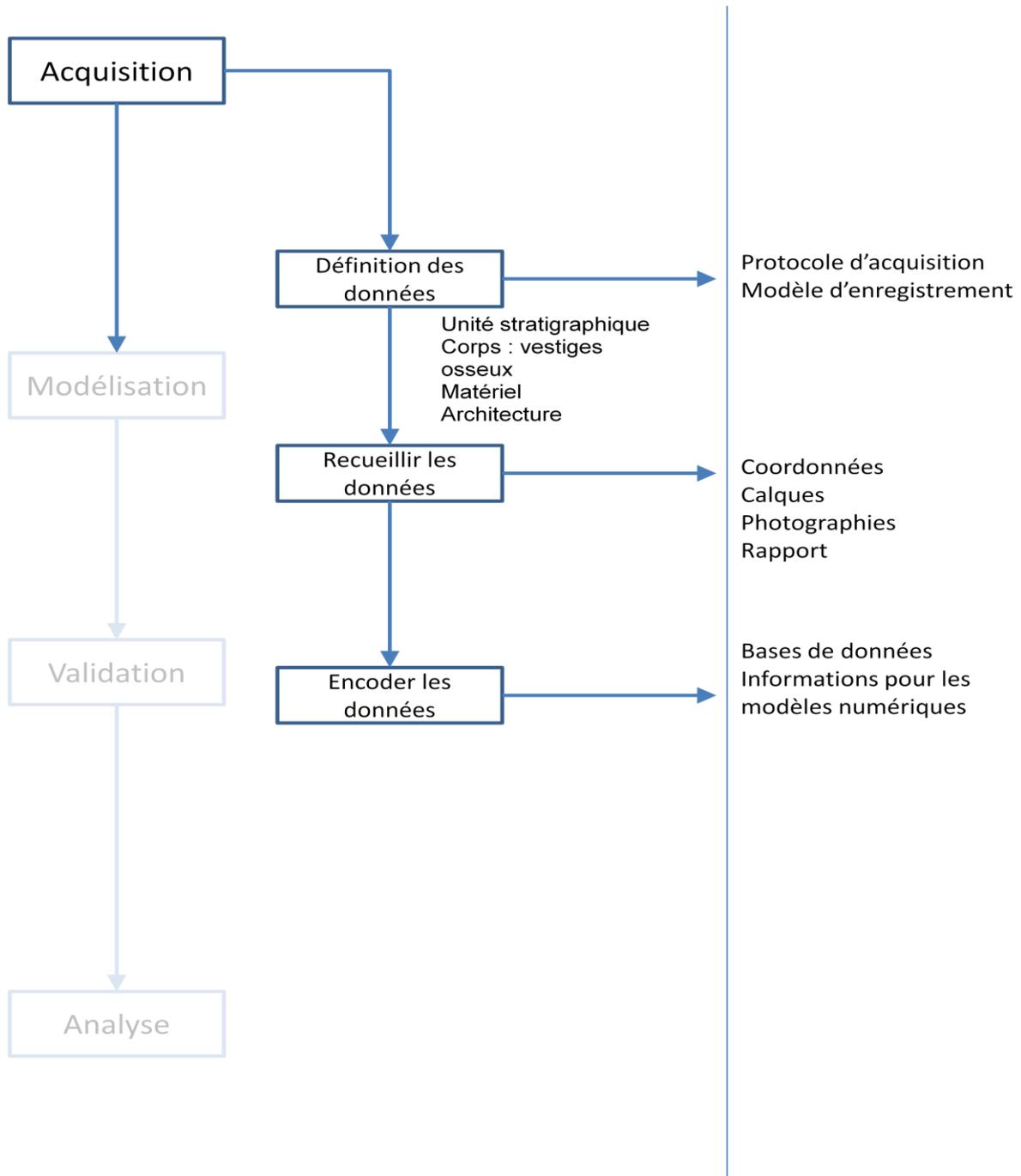


Figure 326 : Protocole de la phase d'acquisition des données, sépulture non encore fouillée.

En effet, la scène numérique sert par la visualisation proposée à l'analyse d'une ou plusieurs tombes et permet d'argumenter la discussion autour des pratiques funéraires, de l'évolution taphonomique des dépôts et dans le cas des sépultures multiples de la simultanéité, comme nous avons pu le voir pour l'analyse des tombes 16 et 18. Cependant les modèles numériques ne se substituent en aucun cas aux données archéologiques, ils sont des outils au service de l'étude.

Dans le cas des sépultures, la scène numérique permet de proposer une restitution des individus au moment de leur découverte et de leur prélèvement ce qui constitue la base nécessaire aux interprétations et aux hypothèses.

La modélisation d'individus issus de tombes déjà fouillées est possible sur la seule base des données archéologiques recueillies lors de la fouille comme nous avons pu le voir avec la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin. Dans le cadre de fouilles plus anciennes, il peut s'avérer complexe de distinguer ce qui relève de l'observation et de l'interprétation ou plutôt de la surinterprétation. De plus, il n'est plus toujours possible de confronter l'auteur de la fouille à la scène numérique.

La scène numérique atteint donc là une de ses limites en étant la représentation à un instant *t* de la tombe. En revanche, l'utilisation d'outils informatiques et numériques présente l'avantage de pouvoir actualiser les modèles tridimensionnels lors de découvertes futures.

Le modèle numérique peut être ainsi à la fois intégré à un projet de recherche en cours ou à venir mais également à des projets passés où la fouille est achevée.

IV.1.1.2. Les sépultures multiples non encore fouillées

Les stratégies d'acquisition des données nécessaires à la modélisation sont multiples et doivent être adaptées à chaque fouille (fig. 326). En préalable à la fouille, la stratégie mise en place pour l'acquisition des données doit être établie en concertation avec les acteurs de la fouille afin de faciliter la modélisation, du terrain au modèle numérique final, et ainsi simplifier les échanges jusqu'à l'analyse. Sans connaître l'étendu des découvertes, il n'est pas possible d'estimer le temps nécessaire à chaque étape de la modélisation, toutefois, il est impératif d'établir des stratégies pour l'acquisition des données essentielles en amont.

Lorsque la complexité de l'ensemble funéraire à étudier est établie avant la fouille ; une discussion sur l'intérêt de la modélisation pour la compréhension du site doit être engagée : est-il alors envisageable d'effectuer sur le terrain une modélisation en parallèle de la fouille ou doit-on attendre l'achèvement de celle-ci ? Le temps consacré à la fouille puis à l'étude doit donc inclure celui nécessaire à la mise en place d'un processus indispensable à l'acquisition des données sur le terrain puis à leur traitement jusqu'à leur étude.

Il est donc impératif de définir les données à recueillir et la manière la plus efficace de les acquérir où la plus pratique. Dans le cadre de la modélisation tridimensionnelle, deux axes doivent être privilégiés : le positionnement de chaque ossement dans l'espace et les caractéristiques de l'ossement (identification, face d'apparition, latéralisation).

Les techniques employées pour l'acquisition sont à discuter en fonction du contexte de chaque site et selon les moyens mis en œuvre. Il en est de même pour la modélisation de l'espace funéraire.

D'un point de vue plus pratique, il est également important que les outils informatiques utilisés pour la synthèse des données archéologiques préalable à la modélisation soient identiques sinon compatibles à ceux utilisés par exemple pour les bases de données d'unités stratigraphiques ou concernant la biologie des individus afin d'éviter les répétitions et ainsi optimiser le temps de traitement. L'ensemble des données archéologiques sont pertinentes pour le modèle, il est donc utile de pouvoir en disposer au sein d'une base unique.

Pour les sépultures encore non fouillées, la méthodologie mise en place pour la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin est applicable mais la possibilité de discuter en amont de l'acquisition des données, de la nature de l'ensemble à modéliser offre de nouvelles possibilités. Cela permettrait d'une part d'enrichir le recueil des informations pour la modélisation et d'autre part de mettre en place des acquisitions et des modélisations « temps réels ». Ces dernières pourraient ainsi étayer les hypothèses formulées sur le terrain en permettant la visualisation des superpositions, des imbrications, ou en soumettant des réattributions dès que les relevés sont effectués. Nous développerons plus en détail ce point dans le chapitre consacré aux perspectives d'études.¹²¹

¹²¹ cf. *infra* IV.3.2

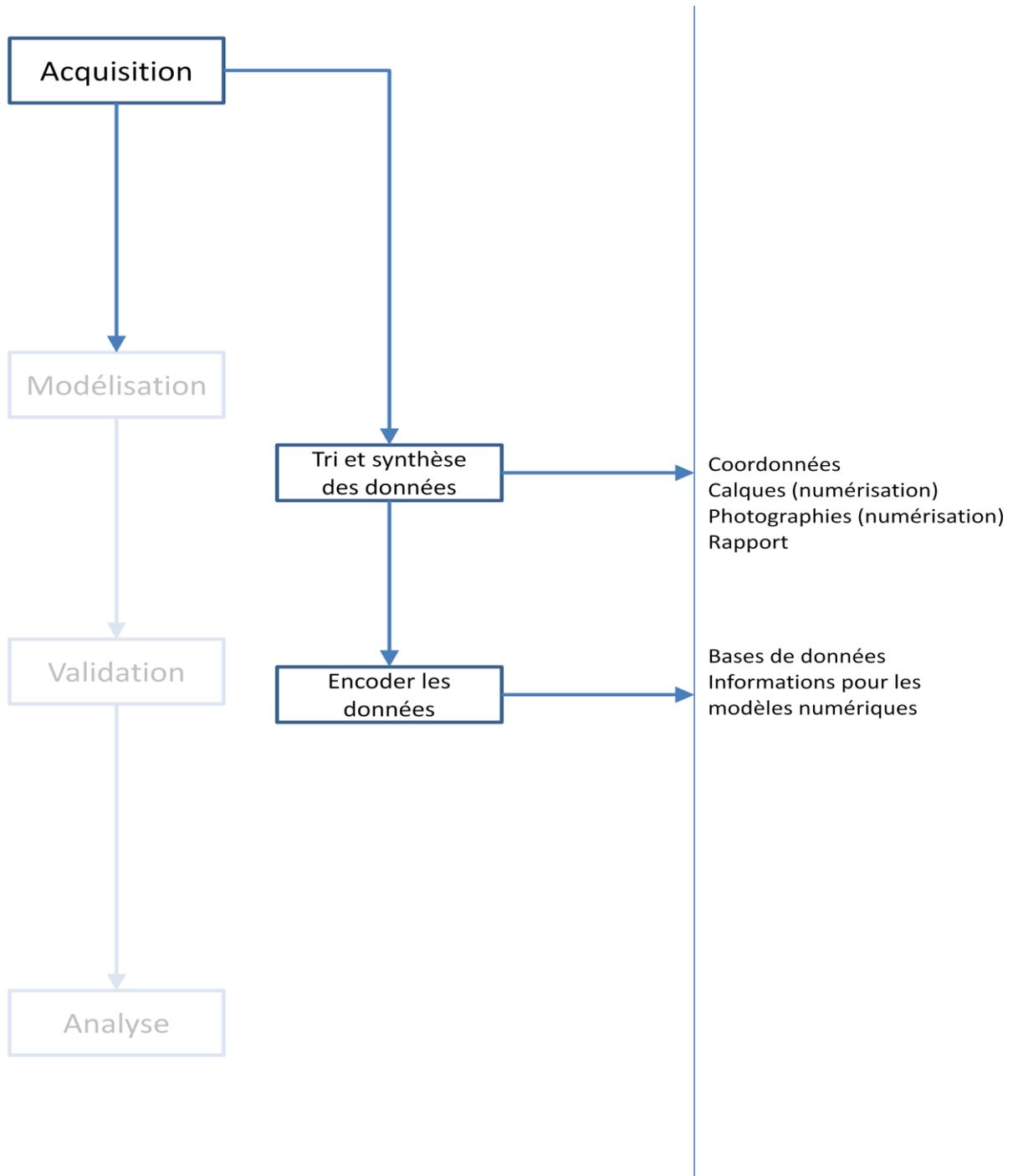


Figure 327 : Protocole de la phase d'acquisition des données, sépulture fouillée.

IV.1.1.3. Les sépultures multiples fouillées

Dans le cadre des sépultures multiples déjà fouillées, le soin apporté au recueil des données archéologiques et biologiques est primordial et ce quel qu'en soit l'ancienneté. En effet, la modélisation ne peut se fonder que sur ce type d'informations et ne peut en aucun cas se substituer à elles (fig. 327). Un travail d'inventaire, de tri et de synthèse de la documentation disponible est donc indispensable avant de débiter toute modélisation. L'acquisition des coordonnées pour chaque ossement est la clé de la constitution d'un modèle numérique utile. Dans le cas où les informations relatives à chaque ossement, ou à des points clés du squelette -crâne, bassin, pieds- ne sont pas disponibles tout modélisation s'avère irréalisable. Il n'est également pas possible de modéliser un individu sans connaître la face d'apparition de chaque ossement ou à défaut l'orientation et le positionnement général du corps, notamment les distinctions entre les dépôts en procubitus ou en décubitus.

Les documents doivent donc fournir ces deux informations complémentaires : coordonnées des os et position relative de l'inhumé. A titre d'exemple, il est en effet possible de modéliser un individu d'après une photographie à condition que celle-ci comporte une échelle et une orientation, soit zénithale soit avec des points de repère permettant de la redresser.

Il en va de même pour les relevés, ou pour les informations métriques. La multiplication des points d'altitude permet également d'augmenter la précision, notamment lors de la mise en volume du squelette. La prise d'au moins trois altitudes par ossement complet ou à chaque extrémité fracturée permet d'éviter les imbrications entre deux ossements de sujets différents. De la précision des informations disponibles dépend la réalisation et la précision du modèle numérique.

En ce qui concerne la modélisation de l'espace funéraire, au même titre que pour la restitution des individus, nous sommes tributaires, des données archéologiques. Néanmoins, si l'espace funéraire est conservé, il sera possible de le modéliser *a posteriori* en tenant compte, bien entendu, des éventuels remaniements dont il aurait pu faire l'objet.

Nous allons maintenant exposer les données archéologiques à recueillir en précisant leurs importances quant à l'élaboration du modèle numérique.

Informations indispensables à la modélisation :

Quelque soit le support et le modèle numérique :

Échelle métrée

Orientation (nord)

Z zéro ou point de référence d'altitude

Modèle numérique d'os isolé ou d'un squelette en connexion :

Localisation, orientation, positionnement, face d'apparition.

- Ossement entier : minimum trois points d'altitude relevés
- Ossement fracturé : multiplication des prises d'altitude
- Squelette : minimum de trois points d'altitude

Support à sa réalisation :

Relevés

Photographies

Minutes de terrain, rapports

Figure 328 : Récapitulatif des informations indispensables à la modélisation des vestiges osseux.

IV.2. L'acquisition des données

IV.2.1. Le recueil des informations nécessaire à la modélisation 3D

Les données recueillies lors des fouilles sont très diverses et il n'est pas possible de les hiérarchiser selon leur importance, chacune ayant un rôle à jouer lors de l'étude et de la constitution de la scène 3D.

Nous avons donc classé les données en fonction du type d'informations recueillies et du vestige archéologique concerné, notre objectif étant ici de mettre en exergue les données les plus pertinentes et les écueils éventuels qui peuvent compromettre la modélisation.

IV.2.1.1. Les informations indispensables à la modélisation

Le recueil et le traitement des informations recueillies constituent la partie la plus répétitive du travail puisqu'il faut s'assurer que l'on dispose, pour chaque individu, d'un minimum de trois points relevés en X, Y et Z.

Bien entendu, la durée de cette étape est corrélée à la qualité des données recueillies, mais surtout à la quantité des individus à restituer. La modélisation tridimensionnelle est fondée sur les coordonnées, qu'elles soient acquises directement sur le terrain, d'après les relevés, les photographies ou la topographie. Toutefois, celles-ci ne sont exploitables que si l'on peut identifier pour chaque ossement ou pour chaque individu son orientation et sa position ou sa face d'apparition (fig. 328). Ces informations essentielles peuvent figurer sur plusieurs types de documents différents, tel que les relevés, les notes manuscrites ou être issues de photographie, notamment celles de détails. Un support peut ainsi être utilisé plusieurs fois pour acquérir l'une ou l'autre des données archéologiques, néanmoins l'absence récurrente de certains éléments peut compliquer l'élaboration de la modélisation voire la rendre caduque.

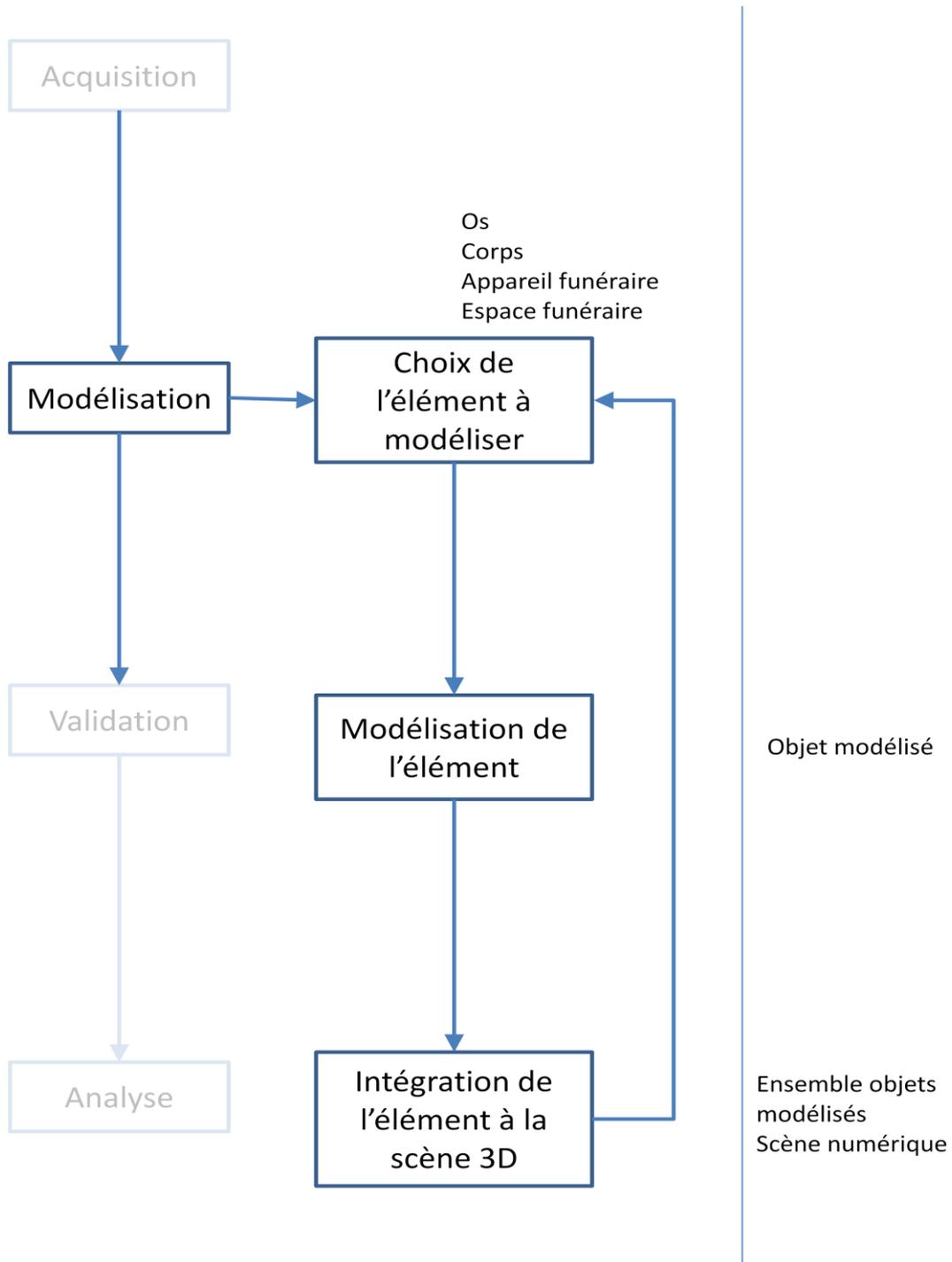


Figure 329 : Processus de modélisation

A travers un certain nombre d'exemples, nous avons donc choisi d'attirer l'attention du lecteur sur les éléments manquants qui peuvent être ou non corrigés. La possibilité de consulter les acteurs de la fouille joue ici un rôle primordial dans les choix à effectuer face à ces omissions.

Les éléments nécessaires à l'élaboration d'un modèle numérique sont ceux qui permettent d'acquérir des coordonnées X, Y et Z et qui nous renseignent sur la position des vestiges, il s'agit dans les cas étudiés des relevés, des photographies et des minutes de terrain (fig. 329).

Il est indispensable que soit porté le nord sur les calques et les photographies. Dans le cas d'un oubli partiel de cet élément, cela est aisément corrigé par la comparaison ou la superposition avec d'autres relevés présentant des points de correspondance.

La modélisation permet de mettre en évidence les altitudes discordantes, si celles-ci sont suffisamment importantes, qu'elles concernent le point de référence d'altitude (ou Z zéro) ou les points d'altitude des vestiges.

Le report de l'altitude de référence ou l'altitude zéro sur les relevés est primordial car c'est à partir de la valeur de ce point que peut être calculé l'altitude de tous les points relevés, celle-ci figure soit directement sur le relevé soit sur les minutes de terrain.

Lorsque cette absence est anecdotique, le chiffre correspondant peut être déduit par comparaison avec les relevés précédents ou suivants à condition que l'altitude du point référent soit identique. Si les altitudes sont discordantes, il est nécessaire d'identifier à quel moment l'altitude du point de référence a été modifiée et donc à partir de quel relevé cette différence apparaît. La modélisation permet de visualiser les altitudes et facilite ainsi la mise en évidence des erreurs que ce soit pour l'altitude d'un ossement ou pour l'altitude du point de référence.

Signalons qu'il n'est pas possible de retrouver l'altitude d'un point de référence à l'appui seul de la modélisation ; ce sont uniquement les autres relevés et les données de terrain qui permettent cette correction. L'altitude du point de référence étant indispensable pour la modélisation des vestiges, le temps investi à pallier ce manque est bien souvent considérable et le problème ne peut pas toujours être solutionné. Il convient d'être particulièrement vigilant quant à cette donnée.

Informations indispensables à la modélisation de l'espace funéraire:

Quelque soit le support et le modèle numérique :

Échelle métrée

Orientation (nord)

Z zéro ou point de référence d'altitude

Modèle numérique de l'espace funéraire :

Conservé : distinction entre les différents remaniements

Non conservé : relevé des contours

Support à sa réalisation :

Photographies

Relevés photogrammétrique

Relevé des contours

Figure 330 : Récapitulatif des informations indispensables à la modélisation de l'espace funéraire.



Figure 331 : Couple d'images pour la restitution de l'espace funéraire conservé, tombe 16.

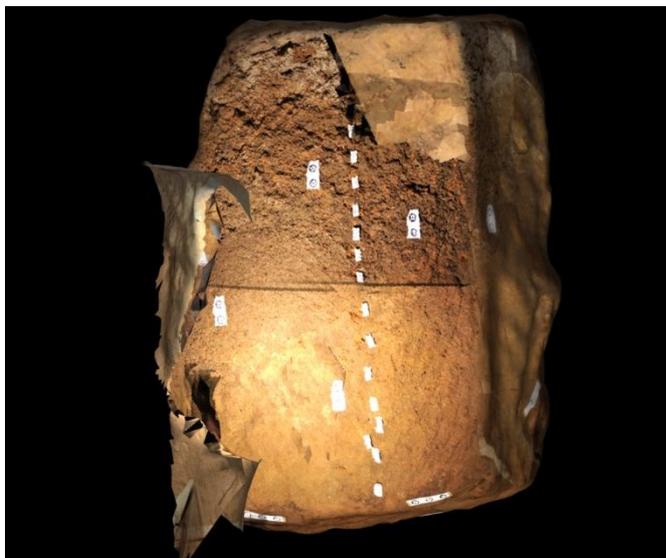


Figure 332 : Modèle numérique de l'espace funéraire, tombe 16.

De même, il est important de rester attentif quant à la numérotation des points d'altitudes relevés ainsi qu'à l'écriture des altitudes, ce qui garantit la pérennité des informations recueillies. Un rappel des abréviations utilisées permet de limiter les incompréhensions ou les erreurs d'interprétation. Les altitudes constituent un élément fondamental de la modélisation, la précision de leur relevé est essentielle pour assurer la validité de la représentation du relevé planimétrique et pour permettre toutes les analyses réalisées à partir des altitudes.

IV.2.1.2. Les informations relatives à l'ensemble funéraire

En fonction de la conservation ou non de l'espace, la modélisation de l'ensemble funéraire s'opèrent de deux manières.

Dans le cas où l'espace funéraire est conservé, il est essentiel d'identifier ce qui correspond à la construction, à l'utilisation de l'espace comme tombe, aux remaniements liés à la fouille et à d'éventuelles perturbations afin de pouvoir les indiquer comme tels sur la modélisation (fig. 330). Il s'agit d'appréhender l'évolution de l'espace funéraire dans le temps. Les techniques employées pour la modélisation sont tributaires de la localisation et des contraintes de l'espace funéraire ainsi que de son accessibilité.

Il nous paraît indispensable de s'adapter à chaque contexte mais l'utilisation de la photogrammétrie nous semble une technique actuellement pertinente. Elle permet, en effet, un rendu précis autant d'un point de vue du maillage que de la texture, suffisant à son exploitation dans une scène tridimensionnelle. De plus, sa mise en œuvre est relativement aisée et ce même dans des espaces restreints comme la tombe 16 par exemple qui fait moins de 2 mètres sur 2 mètres où seul un appareil photographique est nécessaire (fig. 330 et 331). Par ailleurs, la prise de clichés permet de pérenniser les caractéristiques de l'espace funéraire (couleur du sédiment, texture) par le biais d'un support numérique mais également sur support papier (fig. 332).

Si l'espace funéraire n'est pas conservé, il est impératif de bénéficier de relevés sur lesquels figurent le contour et le fond de la fosse avec un relevé d'altitudes sous la forme de courbe de niveau par exemple. La superposition des différents contours de fosse permet d'obtenir une élévation de celle-ci, il est cependant indispensable que le contour est fait l'objet d'un relevé systématique même global plutôt que d'une simple copie.

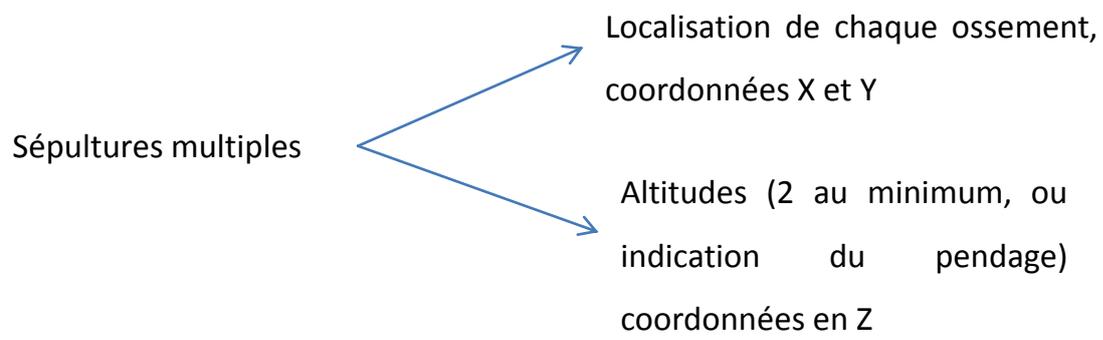


Figure 333 : Conditions préalable à la modélisation d'une sépulture multiple.

Cette élévation sera bien sûr incomplète puisque les parois ne seront précises qu'au niveau du relevé. Les anfractuosités, les surplombs entre deux niveaux de relevés ne seront alors pas appréhendés. La restitution de l'espace funéraire non conservé ne sera donc que partielle tout comme l'information apportée par celle-ci à l'analyse réduite.

L'étude de la tombe peut tout de même être réalisée en l'absence d'information sur l'espace funéraire mais il ne sera alors pas possible d'étudier les interactions entre le sol, les parois et les individus ce qui peut également restreindre l'étude qu'elle soit à l'échelle des squelettes ou des corps restitués en volume.

IV.2.1.3. Les informations techniques : coordonnées X, Y, Z

Le protocole d'acquisition des coordonnées doit être adapté en fonction de chaque cas particulier, toutefois l'application menée sur les tombes que nous avons étudiées nous a permis de relever les éléments indispensables et les procédures à suivre pour la modélisation. La précision de la modélisation et sa validité scientifique sont tributaires de la qualité des informations recueillies lors de la fouille et de leur traitement au même titre que l'analyse.

Pour les sépultures déjà fouillées, il est nécessaire de recueillir la documentation de fouille la plus complète possible ; les relevés constituent l'élément indispensable à la réalisation de la modélisation. Bien entendu la qualité de la documentation ne dépend pas uniquement des outils utilisés pour l'enregistrement mais principalement du contexte dans lequel les données sont recueillies. Il est à noter cependant, que le temps de traitement des données récentes est d'autant plus optimisé qu'une partie de la documentation, telle que les photographies, les relevés, la biologie des individus, est informatisée que ce soit sous la forme de bases de données ou encore de plan en dessin vectoriel.

La modélisation d'une sépulture multiple peut-être réalisée quelle que soit son ancienneté si deux conditions sont réunies, à savoir s'il est possible de localiser chaque ossement dans la tombe et de connaître son altitude à chaque extrémité ou son altitude à un point précis et une indication du pendage (en degré) (fig. 333).

La prise de plusieurs points sur les ossements dits cours ou à la morphologie particulière comme le crâne peut être ramenée à un unique point à condition que la face d'apparition soit reconnue. De même la position de la mandibule si elle est fermée et qu'elle ne présente pas de disjonction peut ne pas être relevée si la position du crâne est explicitée. Dans l'idéal, les altitudes supérieures et inférieures des ossements pourraient être relevées afin de mesurer le degré d'écrasement des os longs, s'il existe, et d'estimer au mieux l'imbrication des individus. Bien entendu, la conservation des ossements ne le permet pas toujours.

Le référencement spatial¹²² de chaque ossement, c'est à dire sa position et son altitude, est obtenu à partir des relevés planimétriques et d'altitudes ou par le relevé topographique. Sans le positionnement exact de chaque ossement, il n'est pas possible de réaliser une scène tridimensionnelle scientifique satisfaisant. La technique de relevé est indifférente, à condition que la distinction soit faite, entre les points mesurés, donc objectifs, et la partie restituée par l'archéologue ou l'anthropologue, donc subjective, comme lorsqu'il reproduit à main levée le contour des ossements. Il est toutefois bon de préciser que le choix des points mesurés est laissé au seul arbitre de l'acteur de la fouille, ceux-ci sont donc le résultat d'une sélection forcément subjective et le fruit de l'expertise de l'intervenant.¹²³

Les relevés constituent la source d'information la plus importante puisqu'ils sont les seuls représentations fidèles de ce qui a été découvert, la fouille étant destructrice par nature. Il est indispensable de pouvoir identifier la référence d'altitude zéro choisie et sa valeur numéraire que celle-ci soit indiquée sur le relevé lui-même ou sur les documents l'accompagnant tel que l'enregistrement des minutes de terrain. La présence d'une échelle métrée et l'indication du nord sont également requis comme nous l'avons indiqué précédemment.

D'après des photographies, il est possible de repositionner les ossements en l'absence de relevés ou si les informations primordiales sont manquantes. Il est cependant nécessaire que la qualité de celles-ci le permette, qu'elles soient zénithales ou qu'il soit possible de les redresser et que les ossements soient individualisés.

¹²² C'est-à-dire les coordonnées en X, Y et Z qui correspondent aux trois axes du repère orthonormé.

¹²³ Ce qui s'est traduit à Saints Pierre-et-Marcellin avec la constitution d'une équipe pour la fouille d'étudiants et de professionnels en anthropologie.

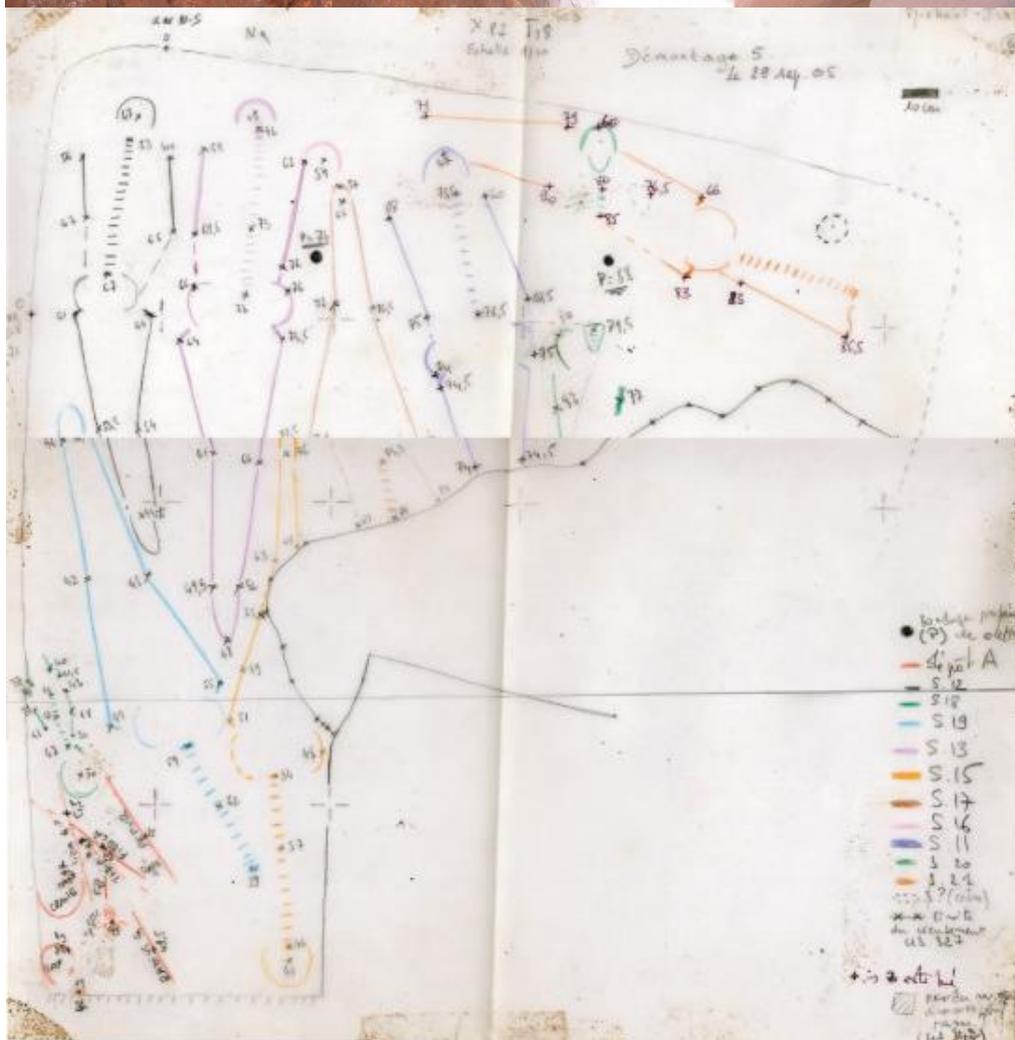


Figure 334 : Démontage 5, photographie et relevé, tombe 18

Il est obligatoire que les altitudes pour chaque ossement soient notées qu'il s'agisse de l'ensemble du squelette (au minimum trois points), ou os par os avec une description précise de la localisation, ce qui sous-entend que cette opération ait été réalisée par une personne ayant de bonnes connaissances en anatomie humaine.

Par la suite, il faut pouvoir identifier des couples de photographies, c'est-à-dire deux photographies avec un point commun qui permet de les recaler les unes par rapport aux autres et créer ainsi un référentiel pour la scène 3D. De même, il est essentiel que les photos puissent être mises à l'échelle et orientées de manière identique. L'identification des ossements et l'individualisation des différents sujets sont donc fondamentales pour la modélisation. Cette étape peut-être particulièrement difficile voire impossible en fonction de la qualité des photographies, de la complexité de la tombe et bien entendu de la conservation des ossements. Les informations non lisibles sont inexploitable ce qui signifie renoncer à une partie de l'analyse. Pour ce qui est des fouilles anciennes, ces conditions sont rarement réunies notamment pour la qualité des images, c'est-à-dire leur résolution.

Dans le cadre de la modélisation des individus de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, l'utilisation des photographies comme base n'était pas pertinente car nous disposions d'informations de meilleures qualités avec les relevés (fig. 334). En effet, en raison d'une mauvaise résolution des photographies et de l'indigence des ossements, ils n'étaient pas possibles d'identifier et de modéliser les os en question.

Enfin le relevé topographique constitue également une technique précise permettant d'obtenir les coordonnées des ossements, toutefois il est indispensable de pouvoir localiser sur chaque os le point pris. Il est donc nécessaire que le relevé soit accompagné de minutes de terrain ou annoté.

IV.2.1.4. Les informations visuelles : photographie numérique

Les photographies constituent une source d'information importante quant à la position des ossements, de l'individu en général, des relations entre les individus, l'appareil funéraire entre autres. Elles peuvent également servir à la modélisation si les informations nécessaires sont présentes et si la qualité de l'image le permet.

En effet, la qualité des photographies numériques dépend de la résolution choisie ; lorsque celle-ci est trop faible ou réalisée dans un environnement difficile (luminosité, superficie, angle), il n'est pas possible d'en extraire des informations complémentaires par une simple visualisation ou agrandissement. Elles constituent un outil de travail intéressant mais ne peuvent se substituer aux relevés et aux minutes de terrain que dans des cas bien précis.

Un soin tout particulier doit donc être apporté aux photographies, qu'elles soient générales ou de détails, pour une utilisation comme base de la modélisation, l'échelle métrée et le nord doivent y être présents.

IV.2.1.5. Les informations analytiques : minutes de terrain, relevé d'unité stratigraphique.

Si la qualité des photographies, ou les données fournies par les relevés ne sont pas suffisantes pour identifier la face d'apparition des ossements ou la position de l'individu alors les informations fournies par les minutes de terrain sont d'autant plus précieuses.

Il s'agit également d'un lien direct entre la personne qui modélise et les acteurs de la fouille. Ces minutes de terrain permettent de prendre connaissance des observations réalisées sur le terrain qu'elles concernent la position du défunt, la conservation ou encore la texture des vestiges, des sédiments et des ossements.

En effet, les documents traitant de la position de l'individu et de la taphonomie du squelette peuvent enrichir la restitution tridimensionnelle des ossements en nous renseignant sur la face d'apparition et viennent ainsi en complément des relevés et des photographies.

Appréhender la face d'apparition des ossements permet de mettre en évidence les différents mouvements des membres qu'ils soient ante-mortem ou post-mortem et nous aide ainsi à caractériser le dépôt mais également les interactions entre les dépôts comme les effets de cuvette, la rotation des fémurs avec l'ouverture du bassin ; ce sont des indications fondamentales sur le sujet et sur la pratique funéraire dont il a pu faire l'objet.

La lecture de ces minutes de terrain doit donc nous permettre de comprendre la position de chaque individu et si possible de chaque ossement, les relations entre cet individu et ceux qui l'entourent directement (juxtaposition, superpositions et/ou imbrications) ainsi que sur les pratiques funéraires dont il a pu être l'objet.

Fiche enregistrement type

Sépulture Individu n° Année
 US Dépôt Primaire Secondaire Non démonté
 Phase de dépôt

Données de terrain

Orientation (tête-pieds) Architecture
 Appareil funéraire
 Mobilier
 Position
 Attitude membres supérieurs En extension Fléchis
 Attitude membres inférieurs En extension Fléchis

Données biologiques

Conservation Sexe Féminin Masculin Indéterminé
 Représentation Morphométrique Morphologique
 Âge Analyse isotopique
 Analyse ADN
 Analyse C14

Observations

Pathologies

Caractères discrets

Données pour la modélisation

Coordonnées X, Y Relevé Photographie Minute de terrain
 Coordonnée Z Relevé Photographie Minute de terrain Fiche

Figure 335 : Proposition de fiche d'enregistrement (d'après les fiches de démontage (Courtaud 1996 : 161) et les fiches d'enregistrement de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin).

Pour les sépultures fouillées, il s'agit des données importantes à recueillir avant toute modélisation, dans le cas des sépultures non fouillées, les informations importantes pour la modélisation correspondent aux informations habituellement recueillies, il est donc appréciable de pouvoir centraliser en un seul et même document l'ensemble des données à exploiter. C'est ce que nous avons essayé de proposer au travers d'une fiche d'enregistrement type qui pourrait être remplie de manière manuscrite mais également informatique et synthétiserait ainsi l'ensemble des données utiles autant à la modélisation, qu'à l'étude anthropologique ou encore à l'étude stratigraphique (fig. 335).

Il ne s'agit que d'une proposition qui nécessite d'être discutée et retravaillée en amont de la fouille avec les différents intervenants, il est d'ailleurs important de s'adapter en fonction du terrain et du temps imparti afin d'optimiser le recueil des informations en fonction des contraintes.

IV.2.1.6. Les informations archéologiques : la stratigraphie

Les passes de sédiments sont particulièrement difficiles à reconnaître dans les sépultures multiples surtout si la granulométrie est similaire. La forte superposition et l'imbrication des individus ne permettent pas toujours de les identifier et de les suivre.

Cependant, elles constituent un élément important pour la compréhension des dépôts en permettant la distinction entre les différents niveaux de dépôts, comme c'est le cas pour les tombes 16 et 18.

Le relevé de ces passes de sédiment est donc particulièrement complexe. Les coupes cumulatives utilisées généralement n'offrent qu'une vue partielle de la répartition du sédiment, puisqu'il ne correspond qu'au relevé suivant un axe précis et non sur l'ensemble de la surface, ce qui a été préconisé sous l'impulsion des travaux de A. Leroi-Gourhan (Demoule *et al.* 2002 : 60). La modélisation des passes de sédiment peut être réalisée uniquement à partir des relevés en coupe, cumulative ou non.

Toutefois, il est nécessaire que des repères communs soient visibles entre l'espace funéraire lorsqu'il peut être dessiné, le relevé plan des individus et le relevé en coupe des passes de sédiments afin de les corrélérer au mieux et ainsi pouvoir en faire une analyse précise.

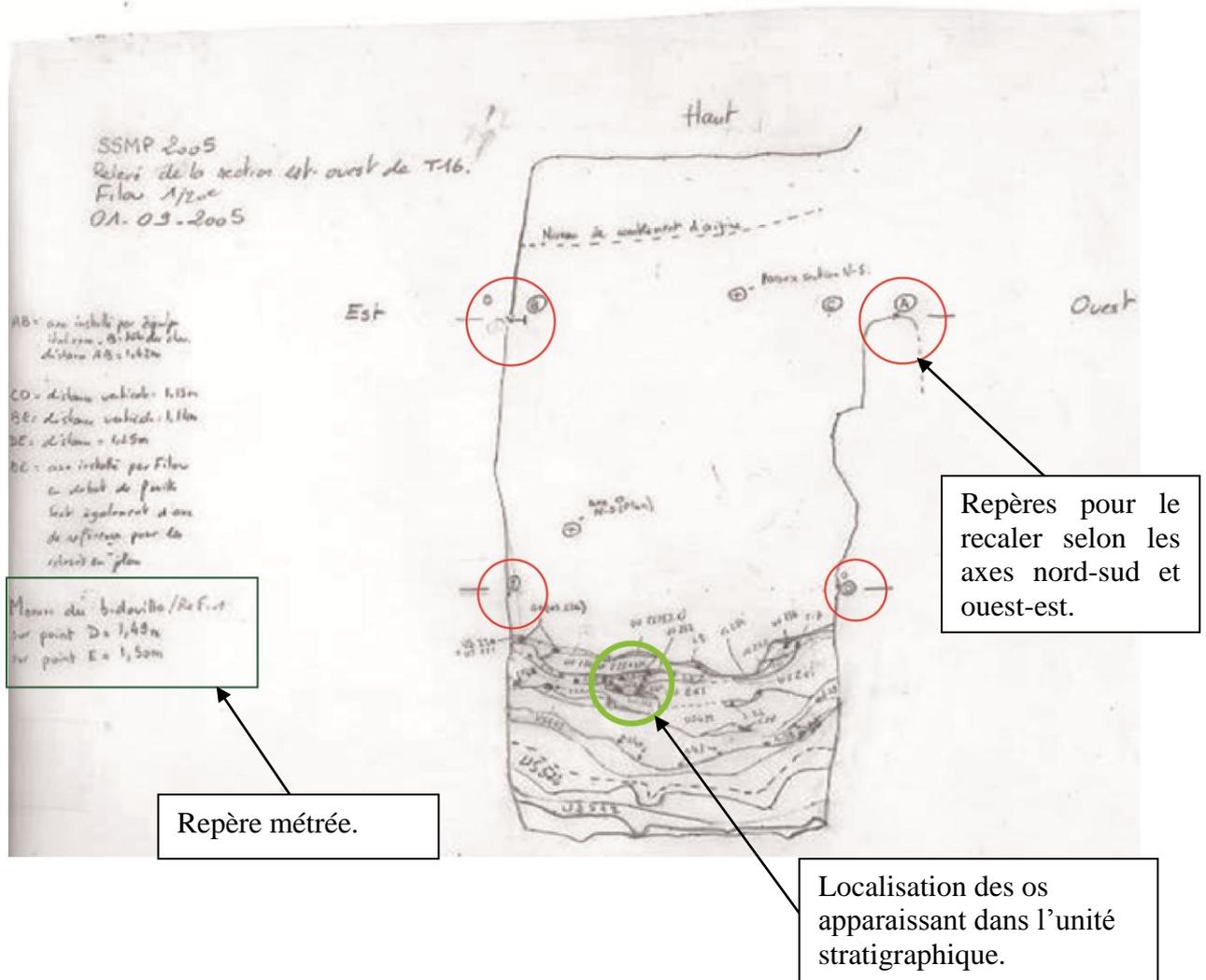


Figure 336 : Exemple de coupe cumulative, tombe 16.

L'objectif est ainsi de pouvoir recaler le relevé en coupe sur un axe visible sur le relevé plan, l'axe permettant par la suite d'étudier l'interaction des individus avec les passes de sédiments à un endroit précis (fig. 336). En dehors de ces axes de coupes, l'analyse est à aborder avec prudence. Lorsque cela est possible, la réalisation de deux coupes selon deux axes orthogonaux différents permet d'affiner la modélisation de la répartition surfacique de ces passes. Dans le cas de la tombe 18, une seule coupe était disponible selon un axe ouest-est, la répartition des passes de sédiments n'a donc pu être appréhendée dans le couloir d'accès à la tombe et donc la modélisation n'est pas représentative de la surface occupée par celle-ci.

Le relevé précis de ces passes de sédiments en plusieurs points paraît particulièrement difficile à mettre en œuvre dans ces contextes funéraires particuliers. Il peut être envisageable cependant d'associer aux coupes un relevé d'altitudes où en tout cas de préciser les vestiges osseux contenus dans les passes, ce qui permettrait d'en affiner la modélisation 3D et de mieux appréhender leur répartition au sein de la tombe.

IV.3. Acquisition des données sur le terrain

IV.3.1. Acquisition directe des coordonnées

IV.3.1.1. La fiabilité de la modélisation tridimensionnelle

La fiabilité de la modélisation est comme nous l'avons déjà abordé tributaire du soin apporté aux recueils des données archéologiques et anthropologiques sur le terrain. Nous avons toutefois, voulu comprendre et identifier les éléments susceptibles d'engendrer des imprécisions, qu'elles relèvent des acteurs de la fouille ou du traitement en laboratoire des informations.

N°SQ	Réf Zéro 1	Réf Zéro 2	Coordonnée X	Coordonnée Y	Altitude	Localisation sur l'os	N°prise altitude
------	------------	------------	--------------	--------------	----------	-----------------------	------------------

Figure 337 : Tableau récapitulatif des écarts entre la prise de coordonnée manuscrite et le relevé sur 48 mesures pour la tombe X 83.

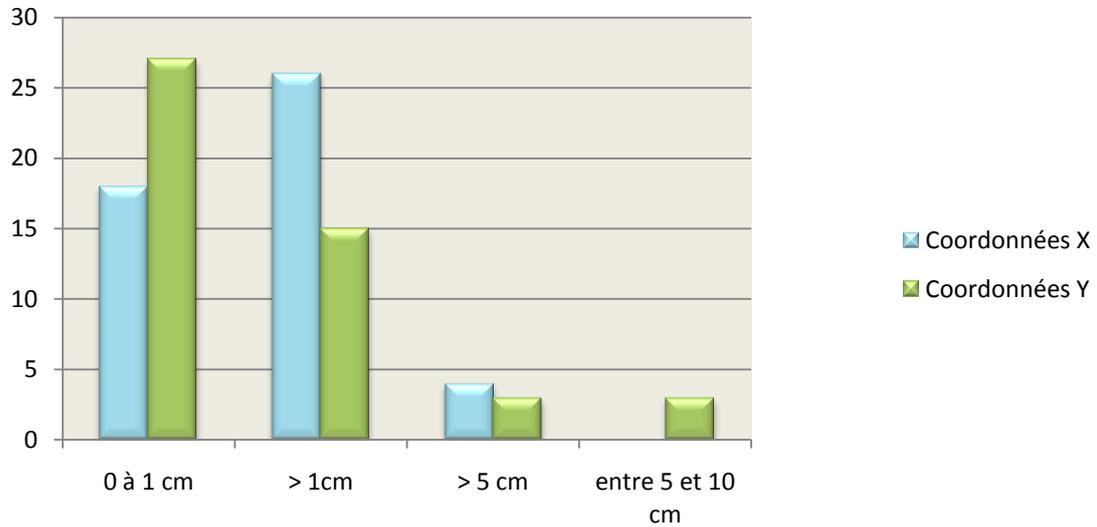


Figure 338 : Graphe de répartition des erreurs, selon les axes X et Y, tombe X83.

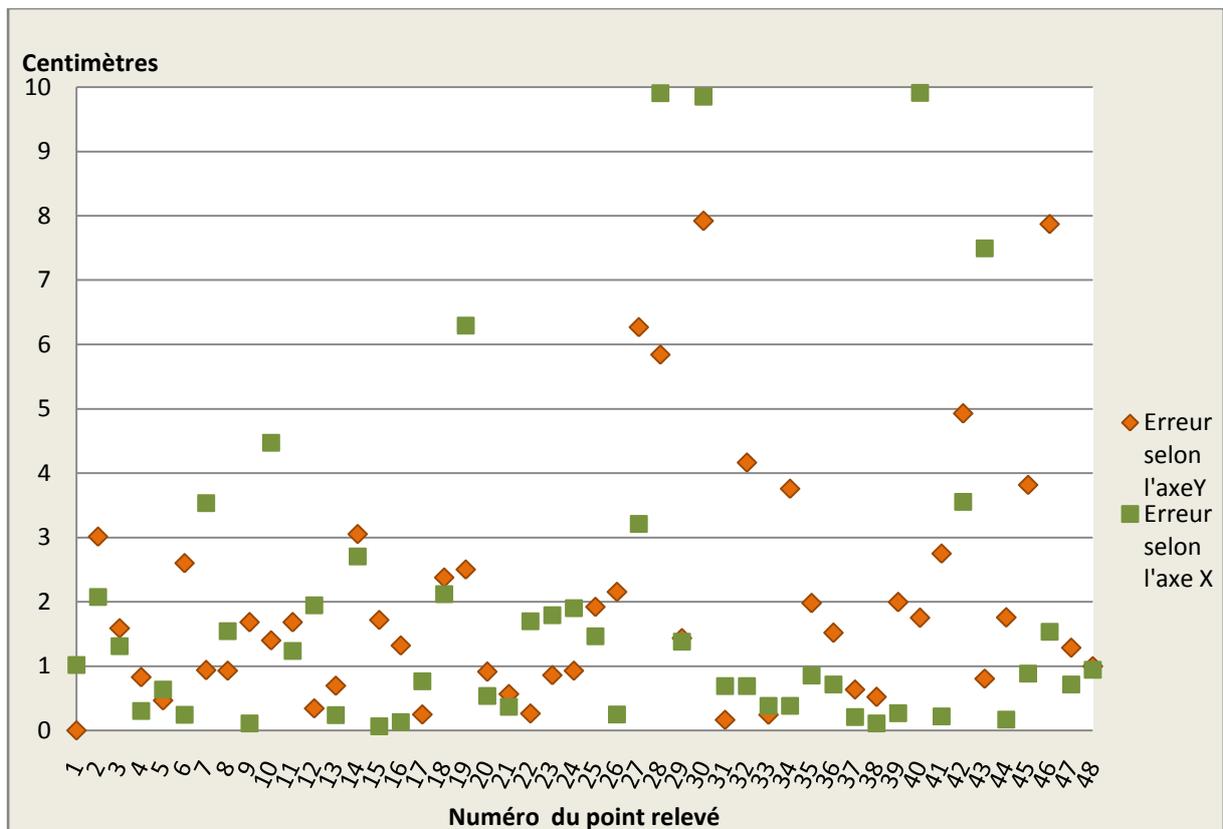


Figure 339 : Graphe de répartition des erreurs, selon les axes X et Y, tombe X83.

Comme nous avons pu le développer dans la partie méthodologie¹²⁴, la chaîne des imprécisions est grande entre la prise d'altitude et de coordonnées d'un point jusqu'à son placement sur le calque de relevé. Dans le cas des tombes 16 et 18, seul le degré d'imprécision lié à l'acquisition des coordonnées sur le calque numérisé a pu être mesuré. En effet, les deux tombes étant exhaustivement fouillées, nous n'avons pas pu évaluer toutes les manipulations mises en œuvre pour le relevé d'altitudes.

De plus, rappelons que le système permettant l'acquisition de l'altitude a été modifié entre les deux campagnes de fouille passant ainsi d'un système de relevé d'altitude à eau, à un système laser fixé au plafond. Les résultats obtenus d'après les deux systèmes sont équivalents mais l'utilisation du laser est moins tributaire de la superficie de la tombe notamment pour les distances très courtes ou très longues.

Lors d'une nouvelle campagne de fouille de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin concernant les tombes X 83 et X 84, nous avons testé un protocole d'acquisition des coordonnées afin d'évaluer la précision des mesures entre le terrain et le laboratoire.

Les fouilleurs de la tombe X 83 ont donc complété un tableau comportant les informations suivantes en même temps qu'ils réalisaient le relevé : valeur de l'altitude de référence, coordonnées en X et Y, valeur de l'altitude relevée et localisation précise sur l'ossement. Nous avons donc ensuite comparé les coordonnées ainsi relevées sur le terrain aux coordonnées acquises sur le relevé (fig. 337).

Les valeurs obtenues présentent quelques discordances, le plus grand écart correspondant à plus de 10 centimètres (fig. 338). Plusieurs explications liées à la technique de mesure peuvent être avancées, comme par exemple le maintien de l'orthogonalité lors de la prise de mesure avec des valeurs en X pouvant dépasser les trois mètres ou encore au report des coordonnées sur le relevé dix centimètres équivalent, selon le rapport ici choisi, à un carreau de papier millimétré. Les discordances sont généralement relevées sur le même os, il y a plus d'erreurs en X qu'en Y mais les écarts en Y sont plus importants.

Il faut noter que plus de 72% des points sont relevés avec une précision minimale de 2 centimètres (fig. 339).

¹²⁴ cf. supra Partie 2

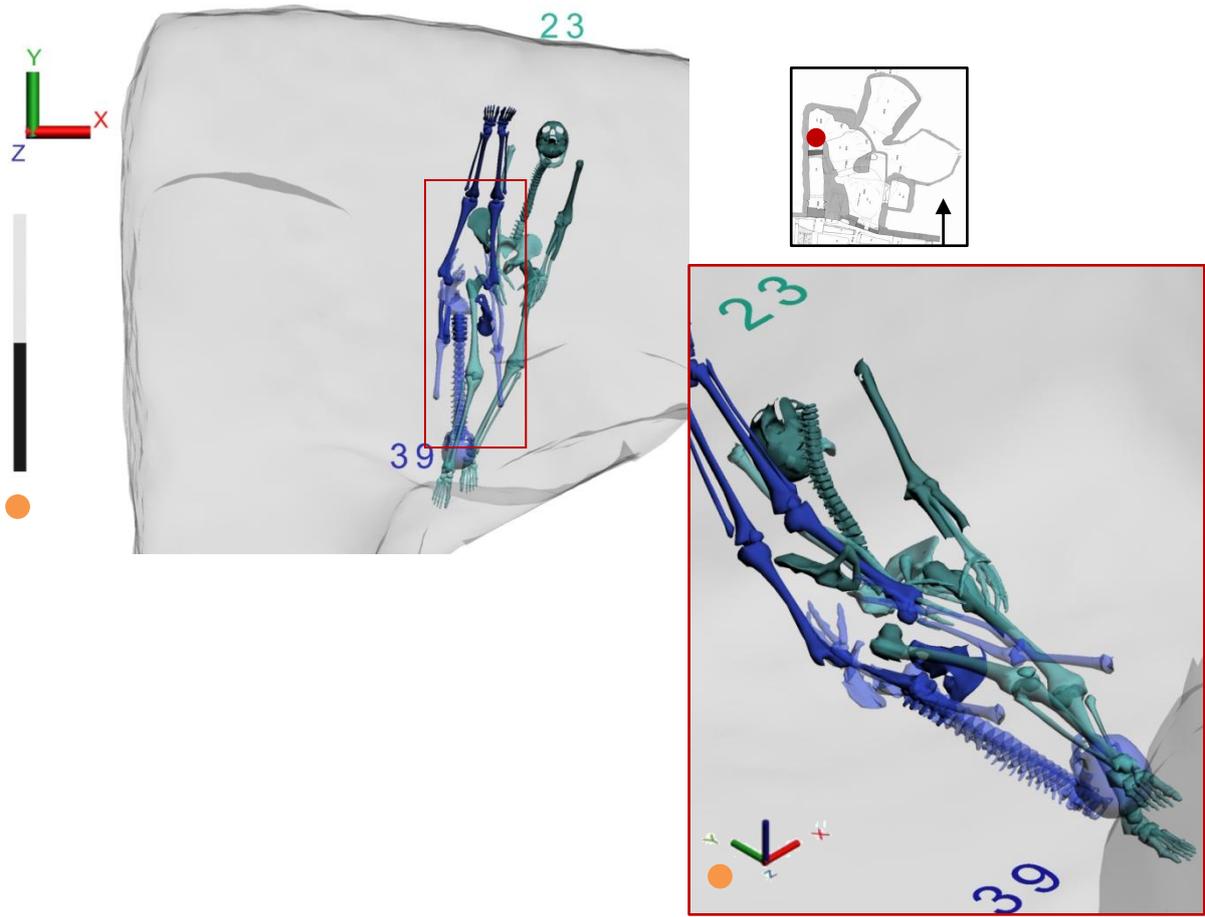


Figure 340 : Imbrication mise en évidence d'après le modèle mais non confirmée par les données archéologiques, tombe 18, niveau 7.

Ce test n'a porté que sur les différences entre la prise manuscrite des coordonnées et le report des coordonnées sur le relevé selon les axes X et Y, l'altitude Z ne peut être vérifiée de cette manière. Il n'est pas non plus possible de révéifier toutes les prises de coordonnées pour effectuer un test entre les valeurs mesurées, les valeurs notées et les valeurs reportées puisque ces mesures sont effectuées au moment du démontage elles ne sont pas reproductibles.

Cette expérimentation a permis au-delà du test de fiabilité d'expérimenter l'acquisition directe des coordonnées. D'après ce retour d'expérience, il nous semble plus judicieux de dédier une personne à cette tâche dans un souci de gain de temps.

Une fois les coordonnées recueillies, la modélisation peut aussi tôt être réalisée avec en complément les documents minutes ou l'observation directe sur le terrain.

IV.3.1.2. Apports sur le terrain

La mise en place d'une modélisation tridimensionnelle sur le terrain est tout à fait réalisable au vue des progrès technique sans cesse réalisés, que ce soit en termes de capacité ou d'autonomie de travail. Une modélisation tridimensionnelle in situ est donc envisageable à condition que les coordonnées puissent être acquises directement lors de la fouille et les observations liées à l'individu réalisées. Toutefois, une telle modélisation doit faire l'objet d'une discussion en amont de la fouille afin d'adopter la stratégie d'acquisition et de modélisation la plus adéquate et la moins chronophage.

Comme nous avons pu le voir lors de l'analyse des deux tombes de la catacombe des Saints Pierre et Marcellin, certains cas d'imbrications ont pu être mis en évidence par l'étude du modèle numérique mais n'ont pu être validés par les données archéologiques (fig. 340).

Bien entendu, il ne faut pas écarter le problème majeur de la conservation dans l'étude de ces ensembles, mais l'apport d'un modèle numérique sur le terrain pourrait, face à ces ensembles complexes, permettre de visualiser, en même temps que la fouille se déroule, les imbrications et ainsi en avoir une meilleure appréhension. De même, pour les réattributions d'individus à un niveau de dépôt ou pour la réattribution des vestiges osseux à un individu, l'utilisation d'un modèle numérique serait intéressant à mettre en œuvre simplifié par la visualisation directe des différentes altitudes et donc du positionnement de chaque ossement. Au vu des l'ensemble des discussions suscitées après l'étude du modèle numérique, l'utilisation sur le terrain est à tester car il pourrait permettre d'enrichir les réflexions et les hypothèses en conservant la possibilité de revenir sur les faits.

L'acquisition et l'exploitation des coordonnées directement sur le terrain ne signifie pas forcément de remplacer tous les autres supports par l'informatique, le modèle numérique ne se substitue pas aux relevés effectués sur le terrain. De même, l'acquisition des coordonnées n'est pas tributaire de l'élaboration d'un relevé, elle peut également s'effectuer d'après des photographies ou être acquises manuellement ou informatiquement pour la modélisation en elle-même. L'utilisation d'une scène numérique peut faciliter par la visualisation en trois dimensions la compréhension de ces ensembles funéraires complexes en facilitant le dialogue entre les différents acteurs de la recherche. Le modèle numérique pourrait ainsi se concevoir comme une aide décisionnelle sur le terrain. En effet, le traitement des données archéologiques sur le terrain à travers le modèle numérique peut permettre de réaliser rapidement toutes les images nécessaires à l'analyse ce qui constitue un gain de temps important dans le post-fouille. Le modèle numérique tel que nous l'avons décrit dans la méthodologie présentée consiste en trois types de rendus différents dont les images issues de l'un d'entre eux sont équivalentes aux relevés réalisés aujourd'hui grâce à des logiciels de dessin vectoriel. Certaines étapes du traitement des données post-fouilles comme la vectorisation des relevés, la synthèse de l'ensemble des données archéologiques et biologiques dans une base de données sont déjà réalisés puisque nécessaires à la modélisation. La constitution d'un modèle numérique permet de pérenniser l'intégralité des informations essentielles à l'analyse en un seul et même fichier, évolutif. Néanmoins, il convient de rester prudent quant à la pérennité du format de fichier utilisé ce qui fait d'ailleurs l'objet de débat notamment au sein du programme TGE Adonis¹²⁵.

La synthèse des données archéologiques et des coordonnées des ossements pour chaque individu garantira par la sauvegarde la possibilité de modéliser à nouveau la sépulture, si nécessaire.

La restitution géométrique de l'espace funéraire permet également de sauvegarder et pérenniser l'ensemble documentaire 3D lié au site. Celui-ci reste alors disponible pour des analyses futures, que ce soit pour l'interaction entre les individus ou encore pour l'étude, en fonction des problématiques avancées.

¹²⁵ Il s'agit du Très Grand Équipement Adonis chargé d'assurer l'accès et la préservation des données numériques produites par les sciences humaines et sociales avec le Centre de Ressources Numérique 3D (CRN3D) dont la Plate-forme Technologique 3D, Archéovision, UPS SHS 3D 3551, est l'opérateur.

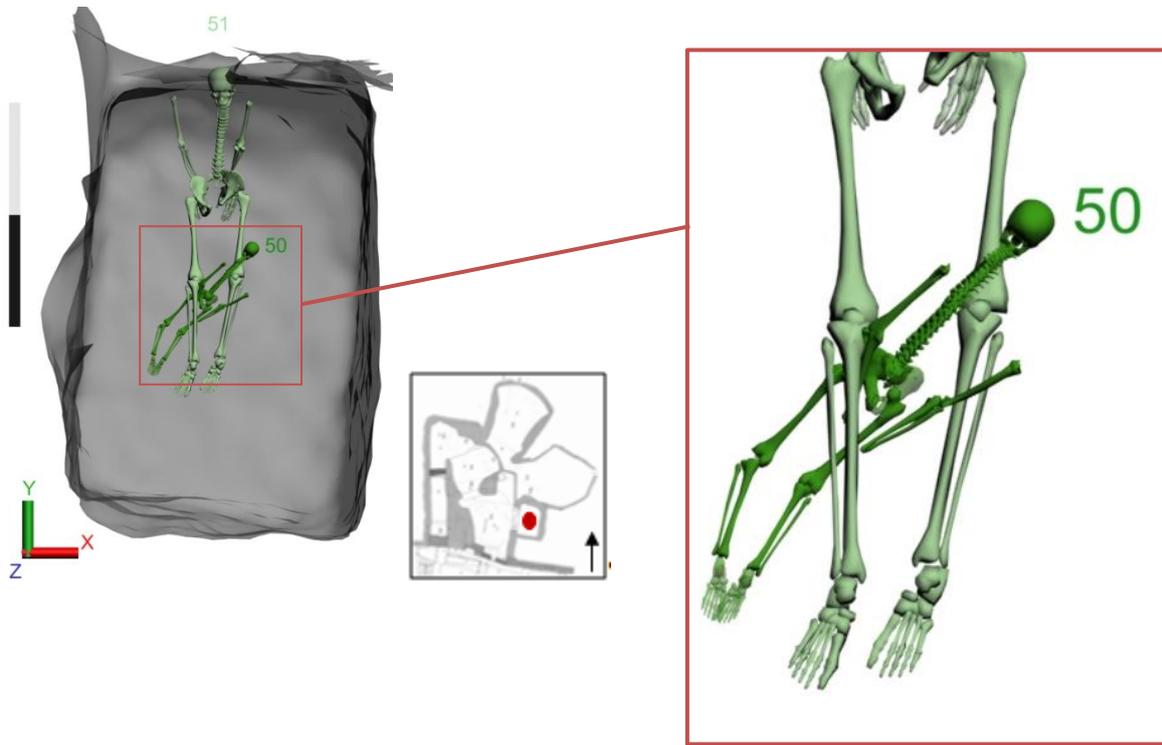


Figure 341 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 50 (vert) et 51 (vert clair).

IV.3.1.3. Apports pour l'analyse

Dans le cas des sépultures fouillées, la modélisation tridimensionnelle permet de mettre en évidence et de visualiser aisément les imbrications et toutes les interactions entre les individus qui sont autant d'éléments essentiels à la mise en évidence de la gestion des corps (fig. 341). Cela permet également de discuter de la simultanéité au sein des dépôts et entre les dépôts, problématique au cœur de l'analyse des sépultures multiples.

Grâce aux multiples possibilités offertes par la visualisation des vestiges conservés ou non à différents niveaux d'agrandissements et sous tous les angles, il est possible de discuter au plus près du positionnement des ossements. La visualisation des hypothèses de restitution des vestiges osseux permet de mieux définir la position de certains sujets. En effet, il est ainsi possible de comprendre l'espace laissé libre au-delà de celui visible au même plan, d'appréhender celui qui est disponible -au-dessus ou en-dessous- et ainsi d'étendre les possibilités quant à la restitution de la position de l'individu. De même, la restitution volumique des corps constitue un apport important à la compréhension de la gestion des cadavres, jusqu'à présent le volume occupé par les morts ne pouvait être visualisé dans sa globalité et selon tous les points de vue. Le modèle numérique en proposant plusieurs types de rendu permet aussi d'avoir une réflexion globale sur la tombe, de la découverte à la compréhension du dépôt des corps aux squelettes, tout en offrant une visualisation immédiate. Lors de la fouille d'une sépulture, cette possibilité de modéliser l'ensemble des interactions entre les individus et l'espace funéraire peut permettre de dégager de nouvelles problématiques ou tout du moins d'identifier directement les éléments à discuter et de les confronter à la réalité du terrain.

Les autres formes de restitution proposées par le modèle numérique permettent aussi de simuler l'arrivée des corps ou encore les espaces libres. Ces derniers peuvent être appréhendés comme des espaces de circulation et ainsi voir leur évolution du premier au dernier individu déposé. Ces modélisations, lorsqu'elles peuvent être réalisées en parallèle au terrain, orientent les recherches directement et permettent ainsi un enregistrement d'informations les plus précises et les mieux documentées possibles pour l'analyse. De même que pour les sépultures fouillées, l'utilisation du modèle numérique permet de mettre en évidence tous les éléments pertinents choisis, facilitent les échanges entre les différents chercheurs et permet d'appuyer l'analyse par des illustrations efficaces.



Figure 342 : Exemples de modèles des squelettes, l'un issu d'un logiciel de vulgarisation médicale l'autre à destination des jeux vidéo. (Source : Bonelab, banque d'images 123RD).

IV.3.2. Les perspectives d'études

IV.3.2.1. La constitution d'une bibliothèque de référence

La base de la modélisation tridimensionnelle appliquée aux sépultures est le squelette utilisé pour modéliser les vestiges osseux. En effet, celui-ci est au cœur de la modélisation et c'est grâce à son utilisation que l'analyse des vestiges va pouvoir se réaliser. Lors de l'élaboration du modèle numérique, nous avons été confrontés à un véritable choix méthodologique quant à la sélection d'un modèle numérique de squelette. De nombreux modèles sont disponibles sur internet, payant ou non, réalisés au sein de laboratoire, pour la médecine, pour la vulgarisation, ou les jeux vidéo entre autres (fig. 342). Il s'est donc révélé particulièrement complexe de trouver un squelette adapté à notre démarche et correspondant à nos attentes autant d'un point de vue visuel que scientifique. Il a donc été nécessaire de déterminer en amont quels étaient nos besoins et nos attentes par rapport à un tel modèle de squelette. Nous avons notamment pris en compte le degré de précision nécessaire par rapport au réalisme des ossements, au respect des proportions, au degré de maturité, à la distinction des genres mais aussi par rapport à des caractéristiques techniques tels que la complexité du maillage, le poids du modèle, la manipulation des différents segments osseux.

Les squelettes payants offraient à priori les meilleurs garantis, les squelettes en libre accès offraient le plus de possibilité de manipulation et de transformation. Les interrogations étaient communes : à partir de quoi ces modèles de squelette ont été élaborés, quelles ont été les données utilisées, quels types de population ont servi à leur modélisation, étaient-ils basés sur un ou plusieurs individus, à partir de modèles vivants (par le biais de scan, d'imagerie médicale) ou d'os secs ?

Ces interrogations n'ont trouvé aucune réponse, par manque de références dans les deux cas, ce qui a orienté notre choix vers un squelette en libre accès, comme nous l'avons détaillé dans la partie consacrée à la méthodologie.

Il nous semble pertinent de chercher dans un autre cadre que celui de cette thèse à développer un modèle numérique de squelette utilisable à la fois en anthropologie et en archéologie. En effet, ces disciplines manquent d'outils dédiés et la constitution d'un squelette de référence en trois dimensions, nous semble particulièrement importante pour les recherches dans ces domaines.

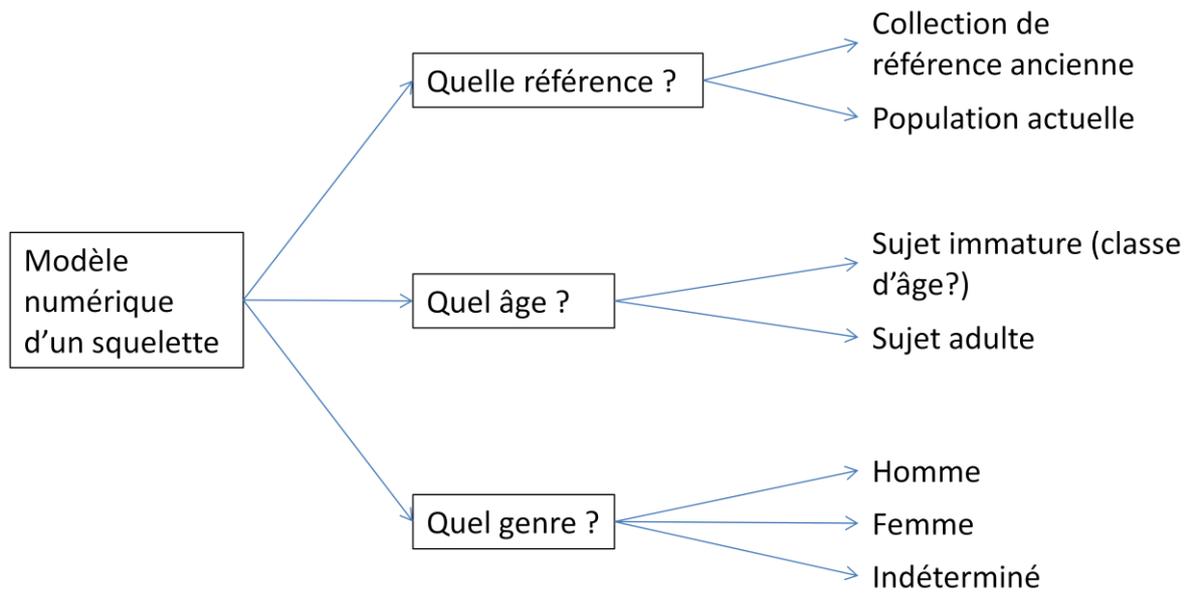


Figure 343 : Exemple des choix à opérer préalablement à la constitution d'un modèle de squelette numérique de référence.

Ce nouveau modèle permettrait de gagner en précision et ainsi affiner les réflexions autour des imbrications en permettant des mesures de distance entre ossements plus fiables. La modélisation lors de la fouille permettrait d'écartier un certain nombre d'erreur quant à l'acquisition des coordonnées et il serait dommageable de ne pas chercher à perfectionner toutes les autres sources d'incertitudes.

La constitution d'un tel squelette est un travail à mettre en place en interface entre spécialiste de l'os, anthropologues et modelers. En effet, les caractéristiques biologiques jouent là un rôle prépondérant mais il est tout aussi indispensable de faciliter la manipulation de ce squelette. Il est important de définir avec l'ensemble des acteurs les besoins mais également les limites à apporter. L'idée est donc de pouvoir utiliser un squelette dont on connaît la provenance et la chaîne opératoire de modélisation, ce qui permet de maîtriser les différents paramètres biologiques et techniques.

L'élaboration d'un squelette de référence peut être réalisée de plusieurs manières en fonction des choix opérés en amont, tels que le degré de maturité par exemple. Il n'est pas possible d'établir un squelette pour chaque âge de la vie, mais il est important pour les immatures de pouvoir distinguer les différents stades de maturation, car en fonction des classes d'âge, on peut observer des pratiques funéraires différentes, même au sein des sépultures multiples. Les modèles peuvent être élaborés à partir de photographies, d'os secs et d'os modélisés par imagerie médicale ce qu'ont déjà réalisés H. Coqueugniot et B. Dutailly avec des crânes de sujets immatures.

Avant l'élaboration d'un squelette de référence, il serait donc nécessaire de préciser l'utilisation et ainsi le niveau de définition, les âges représentés, le genre et à partir de quoi la modélisation peut être effectuée : un squelette, plusieurs squelettes, issus d'une collection de référence, de scans, d'assemblage d'image médicale (fig. 343).

Si l'on prend l'exemple des adultes, le nombre d'os est soumis à variation mais bien moins que chez les immatures. Les pathologies, les marqueurs d'activité, les caractères discrets sont-ils autant de choses nécessaires à modéliser où ces caractéristiques ne peuvent-elles être intégrées sous une autre forme au sein de la modélisation ? Pour les immatures, le problème se pose pour la maturation des os, c'est-à-dire la présence ou l'absence d'épiphyse et le stade d'ossification. Les interrogations quant à la représentation de chacun d'entre eux restent ouvertes, sont-elles nécessaires pour l'analyse de la tombe ?

1
NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
SEQV (AVG)
DMX =.001062
SMN =-295.025
SMX =.360E+08

ANSYS

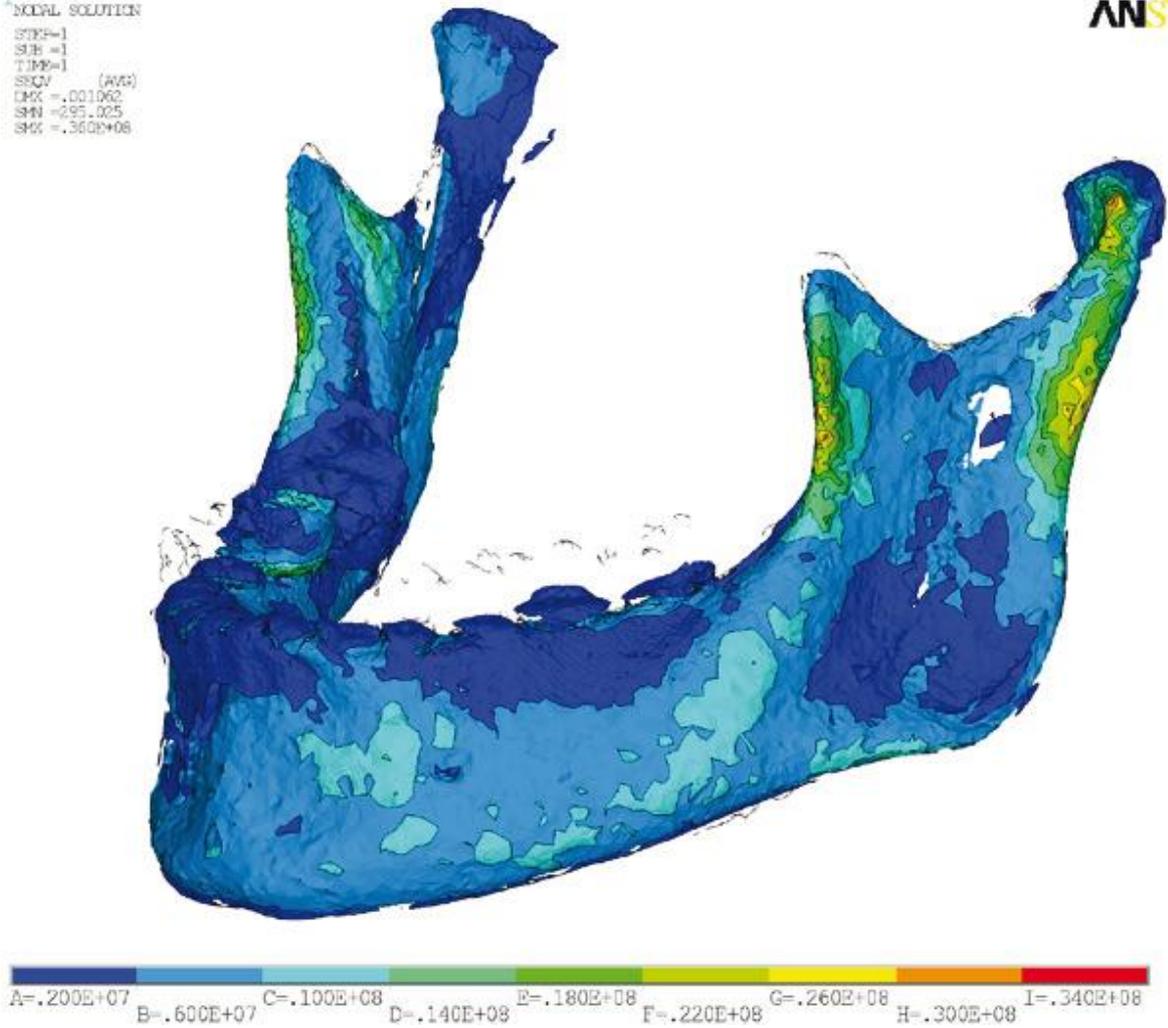


Figure 344 : Exemple d'application de calcul mécanique par la méthode des éléments finis sur une mandibule (Sandor *et al.* 2010 : 4).

D'après ce que nous avons réalisés pour les deux tombes de la catacombe des Saints Pierre et Marcellin, la biologie des individus n'intervient pas directement dans la modélisation et dans sa validité. La destination de celle-ci n'est pas de renseigner à travers le modèle numérique les variations morphologiques et pathologiques de la population inhumée mais la gestion des corps, les pratiques funéraires et les interactions. Ces différents paramètres sont importants mais peuvent être traduits au sein du modèle par des codes colorimétriques.

La constitution d'une bibliothèque de référence, contenant des modèles aussi bien d'adultes que d'immaturs, permettrait de perfectionner les scènes numériques et de pouvoir tester la mise en volume des squelettes, la localisation précise des imbrications, avec le matériel et ainsi proposer une étude plus fine et plus précise de l'ensemble funéraire notamment pour la taphonomie de chaque individu. L'utilisation de ces squelettes pourrait également permettre de favoriser des tests au niveau des forces appliquées pour un niveau de dépôt qu'elles soient liées au poids des sédiments, des individus sous-jacents ou encore d'éléments funéraires : appareil ou aménagement. En effet, l'utilisation de logiciels mécaniques offre de nos jours de nombreuses possibilités particulièrement celle de matérialiser les forces qui s'appliquent à un modèle à un moment donné et les déformations que cela engendre (fig. 344). Dans le cas de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, les niveaux de dépôts présentent de forts effets de cuvette mais il n'est pas possible de déterminer si la déformation est liée au poids des niveaux précédents et au nombre de niveaux. Ces expérimentations sur des modèles numériques pourraient apporter de nouvelles réflexions quant à la décomposition des corps, aux forces nécessaires à la déformation des corps pendant et après la décomposition, ce qui est, par éthique, interdit en France.

A l'heure actuelle, des modèles numériques existent pour des ossements particuliers pathologiques ou non, l'élaboration de modèles numériques de squelettes complets, adultes et immatures pourrait étendre les axes de recherches notamment pour l'étude des ensembles funéraires.



Figure 345 : Comparaison des niveaux 1 de dépôts, tombe 16, tombe 18.

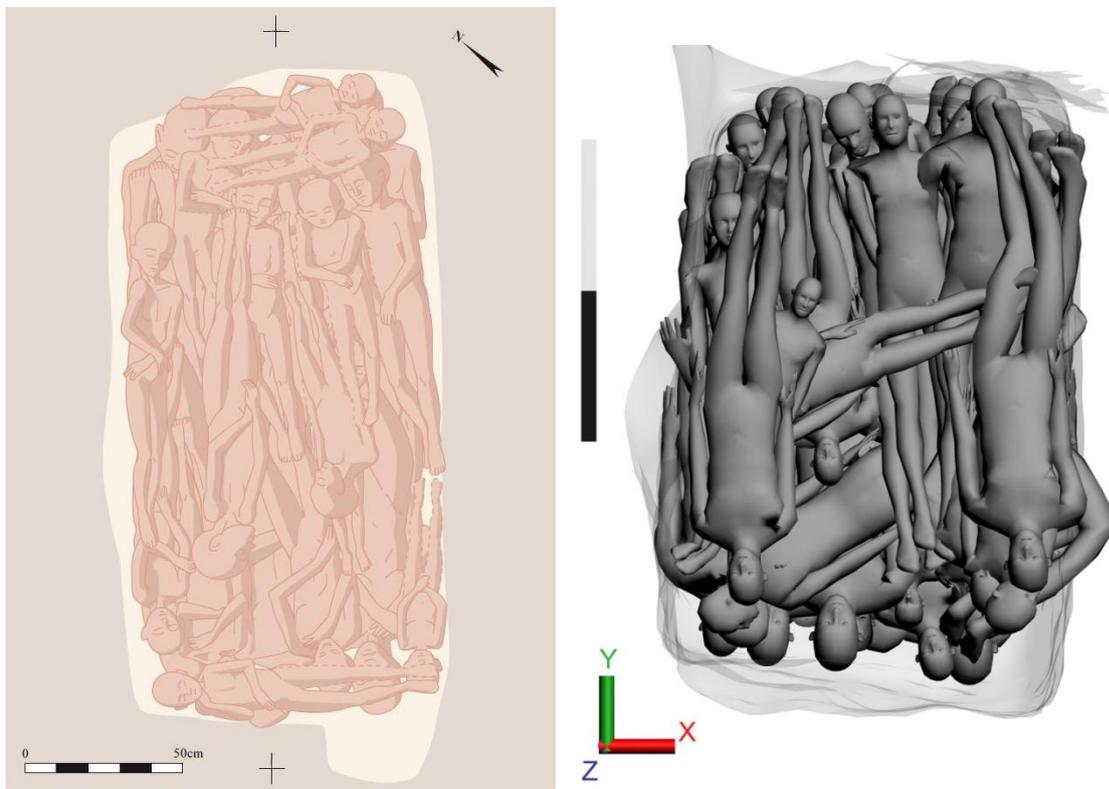


Figure 346 : Restitution anthropomorphe bidimensionnelle (Issoudun, Blanchard *et al.* 2011, vol.2) et tridimensionnelle (Sts Pierre-et-Marcellin).

IV.3.2.2. La constitution d'une bibliothèque de référence de sites

La possibilité de discuter autour d'une représentation commune telle qu'un modèle numérique facilite les échanges mais également les comparaisons entre les différents sites. Dans le cas des sépultures multiples la complexité des dépôts et ainsi des relevés rendent difficiles toute comparaison avec d'autres sites de même envergure. L'élaboration d'un modèle numérique de ces sites comme ceux réalisés pour les deux ensembles funéraires de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin facilite les comparaisons, de tombe à tombe et pourrait donc simplifier les comparaisons de sites à sites (fig. 345 et 346). En effet, pour une même période la gestion des crises de mortalité est différente en fonction de la localisation géographique, de l'ampleur de la crise et des pratiques culturelles entre autre, les comparaisons inter sites sont donc plus difficiles à effectuer en ce qui concerne la logique des dépôts et la gestion des corps en fonction du type de crise.

La possibilité d'accéder à des modèles numériques de sépultures multiples peut avoir plusieurs destinations : tout d'abord, soumettre des comparaisons à propos de la gestion des corps, des pratiques consacrées aux défunts mais également par rapport au profil biologique des individus par le biais d'interrogation comme le pourcentage d'immatures par classe d'âge ou encore le sexe des individus. De plus, la possibilité de visualiser de tel site à la stratification complexe peut permettre d'optimiser les techniques de fouilles et de relevés pour la fouille future d'ensemble similaire.

Cette réflexion s'inscrit dans le même courant que ce qui a été mis en place pour la restitution des sites archéologiques récents avec la plate-forme Archeogrid. Il s'agit ici de pérenniser les travaux de recherche et d'être une interface entre les différents acteurs de l'archéo-anthropologie.

IV.3.2.3. Apports de la modélisation tridimensionnelle : le cas des sépultures collectives

Les problématiques qui entourent les sépultures collectives concernent la restitution de l'image originelle de la tombe grâce à la compréhension de l'organisation des dépôts tout comme les sépultures multiples.

Les dépôts ne sont pas constitués de la même manière puisque l'apport des corps est échelonné dans le temps et que bien souvent les vestiges des premiers corps sont réorganisés pour faciliter l'introduction des nouveaux.

Les techniques de relevés employées jusqu'à présent sont similaires en bien des points à celles utilisés pour la fouille des sépultures multiples. La méthodologie pour la modélisation tridimensionnelle étant fondée en grande partie sur l'acquisition des coordonnées à partir des relevés ou des photographies, la modélisation de ces ensembles ne présentent pas de contraintes techniques différentes de celles de sépultures multiples mais nécessitent le recueil des données archéologiques de même ordre. Dans le cas des sépultures collectives, la position de chaque ossement, la latéralisation et l'identification des faces d'apparition constituent des éléments essentiels puisqu'un os ne peut pas toujours être réattribué à un individu.

L'utilisation d'un modèle numérique, pour l'étude de la dispersion des vestiges osseux par type d'os ou par individu, des connexions existantes, se révèle un nouvel outil pertinent et performant pour la visualisation de ces ensembles particulièrement complexes eux-aussi.

Ils seraient donc particulièrement intéressants de chercher à élaborer un modèle numérique pour les sépultures collectives. Son élaboration pour les sépultures collectives requiert les mêmes exigences techniques, c'est-à-dire des modèles des squelettes de références et les mêmes exigences scientifiques et des données archéologiques précises où il est possible de retrouver les données essentielles à la modélisation de chaque os comme nous les avons décrites précédemment.

De même que pour les sépultures multiples, la visualisation d'un modèle numérique pourra permettre d'établir des hypothèses et des réflexions avec la même image commune à tous les acteurs et non pas avec la constitution d'une image mentale propre à chacun.

Synthèse

Les recommandations formulées ici concernent les données à acquérir pour l'élaboration du modèle numérique et il apparaît clairement que les données archéologiques quand elles ont été recueillies avec précision constituent la base du modèle et de l'analyse. L'acquisition des coordonnées spatiales est la partie la plus importante du travail, et de la précision des coordonnées dépend la validité du modèle numérique et donc, en partie, de l'analyse qui peut en être faite.

En fonction de la documentation disponible et du contexte de la fouille (ancienne, récente, à venir) plusieurs techniques de modélisations tridimensionnelles peuvent être proposées.

Pour les sépultures dont la fouille est à venir, il est important d'apporter un soin particulier à l'acquisition des coordonnées sur le terrain : à savoir au relevé des ossements en place, c'est-à-dire à la manipulation des outils de mesure et à la retranscription des valeurs obtenues que ce soit à travers de notes ou de dessins. De même, le recueil des informations concernant les individus est primordial mais si aucune observation ne peut être faite, liée à la conservation bien souvent, il est également tout aussi important de le préciser.

La possibilité future d'un enregistrement sur site ne se substitue pas aux recueils des données sur le terrain par les techniques actuellement connues mais peut être expérimenté dans le but de simplifier le recueil des données et leur exploitation et peut se révéler un outil complémentaire qui dans la pratique pourra alléger ou simplifier le travail à l'aide des outils traditionnels.

La modélisation de l'espace funéraire est un plus non négligeable pour l'analyse de la sépulture et notamment pour la compréhension de l'interaction entre les individus et l'espace funéraire qui influence bien souvent la gestion des corps. Si celui-ci est détruit, il est possible de s'appuyer sur ce qui a été relevé pendant la fouille, les contours qui apparaissent sur le relevé ou encore les courbes de niveaux pour les fonds de fosse notamment.

Si la sépulture n'est pas détruite ou que partiellement, plusieurs techniques peuvent être envisagées en fonction des caractéristiques et des contraintes de l'espace funéraire comme nous l'avons détaillé dans la partie méthodologie¹²⁶.

¹²⁶ cf. *supra* II.2.1.2.

Pour la modélisation de l'espace funéraire, il est important de pouvoir distinguer les différentes interventions et remaniements de l'espace qu'ils soient antérieurs ou liés à l'activité de la fouille comme l'ouverture de nouveaux accès, la consolidation de l'espace.

Que ce soit pour l'étude des sépultures multiples ou collectives la constitution d'un ensemble de squelette de référence, nous semble une étape importante pour maîtriser l'ensemble des informations liées au modèle tridimensionnel à la base de l'étude et ainsi assurer sa validité.

De même, la création et l'utilisation de tels squelettes pourront permettre d'expérimenter des modèles mécaniques concernant la décomposition des corps, les forces qui s'appliquent lors de la décomposition et les conséquences sur l'architecture osseuse.

Enfin, l'extension de la méthodologie aux sépultures collectives pourra permettre la constitution d'une bibliothèque de référence pour les modèles numériques de sépultures plurielles et ainsi tenter de mieux appréhender la gestion des corps au sein de ces sites à la stratification complexe pour mieux comprendre la population inhumante.

Conclusions et perspectives

Ce travail de thèse a abouti à la mise en place d'une méthodologie adaptée à la modélisation des sépultures multiples de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin.

Notre étude se fonde sur la définition d'un protocole de modélisation, de l'acquisition des données à la création d'une scène numérique tridimensionnelle. La méthodologie mise en place est valable pour les sépultures multiples étudiées dans le cadre de notre recherche, mais sa création nous a permis de définir l'ensemble des éléments indispensables à la réalisation d'une scène. La méthodologie développée est construite uniquement à partir de la documentation recueillie lors de la fouille hormis pour l'espace funéraire qui par sa préservation a pu être acquis ultérieurement. L'élaboration de cet outil a permis de renouveler les méthodes d'étude des sépultures multiples en proposant une nouvelle forme de représentation et de visualisation. La création d'une scène numérique, contenant les modèles tridimensionnels de l'intégralité des vestiges et de la tombe a simplifié l'appréciation des relations entre les individus, le matériel associé et l'espace funéraire, éléments au cœur de la réflexion. De même, la discussion avec les différents acteurs de la fouille s'est retrouvée facilitée par cette forme de représentation des vestiges car tous étaient confrontés au même modèle. De nouvelles hypothèses de restitution, formulées lors de nos échanges ont ainsi pu être testées, discutées et validées. L'analyse s'est déroulée en trois temps avec tout d'abord l'étude de chaque individu, l'appareil funéraire associé et les relations existantes puis une réflexion plus générale sur l'ensemble des niveaux de dépôts a été menée pour aboutir à la restitution du fonctionnement de la tombe. La compréhension des choix opérés par la population inhumante fait partie des problématiques récurrentes dans l'étude des sépultures multiples et la visualisation tridimensionnelle des ensembles étudiés a enrichi notre étude de la gestion des corps.

La vérification de la validité de la scène numérique créée faisait partie des critères préalables à toute étude. Le travail mené sur une des tombes en cours de fouille nous a permis de définir la précision des mesures effectuées sur le terrain et en laboratoire, qui est de l'ordre de deux centimètres. La reconnaissance des imprécisions servira dans l'élaboration des futures scènes tridimensionnelles qu'elle soit basée sur des fouilles anciennes ou inédites.

L'analyse de la scène numérique nous a permis de dégager plusieurs résultats et ainsi de compléter les données déjà recueillies sur la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin.

Les pratiques funéraires, c'est-à-dire la position des corps, l'appareil funéraire associé ont pu être appréhendés individu par individu.

Ainsi, nous avons pu visualiser les différents types de dépôts, leur récurrence mais également étudier plus en détail si certains sujets, tels que les immatures bénéficiaient d'un traitement particulier. Pour cette catégorie d'âge, nous avons remarqué un dépôt des sujets en périphérie de l'espace funéraire ou dans des lieux trop restreints pour permettre le dépôt d'un adulte mais les pratiques funéraires (position, appareil funéraire associé entre autres) sont identiques à celui des adultes.

L'étude des individus et des niveaux de dépôts nous a permis d'identifier des éléments de simultanéité au sein des niveaux et entre les niveaux. En effet, nous avons démontré qu'au sein de plusieurs niveaux des deux tombes, certains individus avaient été inhumés en même temps et ce malgré la présence pour certains d'entre eux d'un appareil funéraire individuel et riche. De même, la présence d'effets de cuvette, pour certains niveaux et leur absence pour d'autres mis en rapport avec les restitutions volumiques, a permis de proposer une décomposition synchrone des corps, donc une simultanéité au sein de certains niveaux et une simultanéité entre niveaux. Le maintien des espaces de circulation prouve qu'ils sont soit matérialiser soit qu'il existe une mémoire de ceux-ci, ce qui peut confirmer l'utilisation de la tombe sur des temps courts.

Une chronologie relative a pu être proposée pour chacune des tombes mais il n'a pas été possible de dater précisément chaque niveau que ce soit par les moyens conventionnels (radiocarbone, mobilier) ou par l'analyse du modèle. La réflexion menée sur la chronologie du fonctionnement de la tombe est de ce fait globale. Pour chacune des tombes, il apparaît que l'ensemble des niveaux n'a pu être déposé en un seul et même temps. L'espace disponible dans les deux tombes est insuffisant comme le confirme la restitution volumique des corps. L'accumulation des différents sujets, non décomposés, dépassent la hauteur du plafond. Cependant, des preuves de simultanéité entre les individus et entre les niveaux ont pourtant pu être mises en évidence. Les deux tombes étudiées présentent des dépôts simultanés au sein des niveaux, des niveaux déposés également de manière simultanée ou dans des temps très proches et des niveaux déposés dans des temps plus longs d'où l'hypothèse de dépôts multiples collectifs.

L'ensemble de ces éléments réunis ont également permis de mettre en évidence qu'il existe une gestion des corps avant le dépôt, afin de rationaliser l'espace disponible.

L'écart entre les statures des individus déposés dans les deux ensembles funéraires étudiés pourrait résulter d'un tri effectué avant l'acheminement des corps ou lors de leur dépôt et ainsi indiquer un fonctionnement conjoint de ces ensembles, les datations des deux tombes coïncidant d'après le mobilier et le radiocarbone.

L'indigence des vestiges osseux a toutefois restreint les analyses ayant trait au genre ou à l'âge. Néanmoins, la comparaison des premières observations effectuées avec les ensembles en cours de fouille pourra peut-être permettre d'apporter de nouveaux éléments.

L'utilisation des modèles tridimensionnels a favorisé la visualisation des différents vestiges permettant ainsi une étude fine des interrelations. L'analyse s'est ainsi déroulée au plus près des sujets. La création et l'élaboration d'une scène numérique ont permis d'assurer la sauvegarde et la pérennisation des données en proposant la représentation des états aujourd'hui disparus. Toutefois, notre protocole doit encore être testé pour la modélisation de sépultures multiples inédites ou en cours de fouille et ce, à une plus grande échelle, afin de pouvoir quantifier les erreurs de mesures et identifier plus précisément la chaîne des imprécisions. Bien entendu, ces éléments sont tributaires des techniques employées mais aussi du contexte de fouille.

La précision de ce travail pourra s'améliorer grâce à l'élaboration d'un squelette de référence. En effet, nous n'avons pas pu appuyer nos modélisations sur un modèle scientifique de squelette établie d'après une collection de référence, ancienne ou actuelle car aucun modèle n'existe accompagné d'un descriptif précis des sources ayant permis la création d'un squelette tridimensionnel. La création de tels modèles de référence sera utile pour l'étude plus précise de la position des individus, notamment pour l'identification des positions à l'encontre des capacités physiologiques du sujet en proposant une meilleure définition des articulations.

L'utilisation d'un squelette tridimensionnel pour les sujets immatures pourrait également permettre d'améliorer les observations, la précision du positionnement des individus, déposés bien souvent entre ou contre d'autres sujets adultes. La pertinence de l'étude détaillée de la relation entre les individus adultes et les sujets immatures serait ainsi améliorée.

Pour l'espace funéraire la précision pourra être accrue par l'utilisation d'une extension pour les logiciels de photogrammétrie développée au sein de la plate-forme 3D du CNRS. De même, le test et le recours à d'autres techniques d'acquisition des données pour la modélisation de l'espace funéraire demeurent pertinentes.

Les perspectives d'application du protocole de modélisation sont également vastes avec l'extension possible à d'autres sépultures multiples mais également aux sépultures individuelles ou collectives.

En effet, pour les sépultures individuelles la modélisation pourrait permettre d'appréhender par la visualisation et le test des présupposés archéologiques la mise en évidence entre autre d'un contenant périssable. Pour les sépultures collectives, la possibilité de modéliser chaque vestige osseux serait susceptible de favoriser la reconnaissance des pièces en connexion ou dans une relative proximité anatomique. La visualisation de la répartition des différentes pièces osseuses d'un individu serait également facilitée et ouvrirait ainsi de nouvelles pistes de réflexions, quant à la manipulation des corps, des os secs.

L'utilisation de la scène numérique pour l'étude des sépultures dans leur diversité, pourrait constituer un outil pertinent pour la compréhension des gestes funéraires et ainsi de la population vivante qui les a accomplis.

L'intérêt de la scène numérique ne se restreint pas à la visualisation sous tous les angles ou encore à un support de diffusion et de valorisation. Les possibilités offertes aujourd'hui par l'utilisation des modèles numériques dans la simulation des forces mécaniques pourraient constituer un nouveau champ d'investigation. En effet, pour des raisons éthiques, il n'est pas envisageable, en France, de tester les forces appliquées par le poids du sédiment, du contenant, sur un cadavre ou un corps en cours de décomposition et observer les déformations qui s'appliquent. Le travail conjoint avec des ingénieurs en calcul mécanique pourrait permettre l'élaboration d'un protocole spécifique au calcul des contraintes subies par une sépulture, du dépôt d'un (des) individu(s) à la décomposition complète et ainsi appréhender la disposition et l'évolution de la position des corps. Bien entendu ce type d'étude serait susceptible d'améliorer considérablement la précision des résultats, notamment celles des restitutions volumiques.

Les scènes numériques créées, peuvent être envisagées comme un outil complet, de l'acquisition des données à la diffusion des résultats. Il est important de considérer le caractère évolutif des modèles numériques créés pour l'analyse des deux tombes du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin. En effet, ceux-ci pourront continuer d'être complétés en fonction des nouvelles hypothèses formulées, des comparaisons effectuées, des découvertes ou des outils numériques. L'utilisation des scènes numériques pour la représentation des sépultures pourrait aboutir à la création de véritables bibliothèques virtuelles facilitant ainsi tous les échanges et nourrissant les comparaisons intersites.

Bibliographie

Sources

Cicéron (s.d.) « De legibus », II, 23, 58.

Ancelet 1855, archives de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, 46-04, 46-01.

Bibliographie

Alby (E.), *Élaboration d'une méthodologie de relevé des objets architecturaux, Contribution basée sur la combinaison de techniques d'acquisition*, Thèse de l'université Henri Poincaré, Nancy 1, 2006, 304p.

Bach (S.), La sépulture collective de Cuiry-les-Chaudardes « le Champ Tortu », *Revue archéologique de Picardie*, 1995, 9, 155-164.

Blaizot (F.), Contribution à la connaissance des modes de dislocation et de destruction du squelette pendant la crémation : l'apport du bûcher funéraire en fosse du Néolithique final à Reichstett-Mundolsheim (Bas-Rhin), *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 17, (1-2), 2005, 13-35.

Blanchard (Ph.), Castex (D.), Coquerelle (M.), Giuliani (R.), Ricciardi (M.), A mass grave from the catacomb of Saints Peter and Marcellinus in Rome, second-third century AD, In *Antiquity*, 81, 2007, 989-998.

Blanchard (Ph.), Souquet-Leroy (I.), Castex (D.), *Issoudun, Indre, Les Champs Elysées, (Centre de l'image), Témoignages de deux crises de mortalité moderne dans le grand cimetière*, volume 1 : texte et figure, volume 2 : catalogue des sépultures individuelles, volume 3 : catalogue et étude pathologique des sépultures multiples, volume 4 : annexes : études documentaire et céramique, inventaires techniques, INRAP, 2011, rapport de fouille, inédit.

Bocquentin (F.), *Pratiques funéraires, paramètres biologiques et identités culturelles au Natoufien : une analyse archéo-anthropologique*. Thèse de l'université Bordeaux 1, Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé, inédit, 2003, 629p.

Bost (J.-P.), Maurin (L.), Incinération et inhumation entre la Loire et les Pyrénées In : Vidal (M.) *Incinérations et inhumations dans l'Occident romain aux trois premiers siècles de notre ère*, actes du Colloque International de Toulouse-Montréjeau, 7-10 Octobre 1987, 1991, 41-65.

Boulestin (B.), Duday (H.), Ethnologie et archéologie de la mort : de l'illusion des références à l'emploi d'un vocabulaire in *Les pratiques funéraires à l'âge du Bronze en France : actes de la table ronde de Sens-en-Bourgogne (10-12 Juin 1998)*, Paris/sens, éditions du CTHS, Société archéologique de Sens, 17-30.

Briand (T.), Briand (M.), Gernigon (K.), La modélisation 3D d'objets archéologiques et le logiciel libre: exemple de reconstitutions de poteries néolithiques. Méthodes, exploitations, pérennité des outils et des données, In Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 29-37.

Buchet (L.), Seguy (I.), La paléodémographie, *Annales de démographie historique*, 2002, fascicule 1, 161-212.

Castex (D.), Cartron (I.), *Épidémies et crises de mortalité du passé*, Acte des séminaires (année 2005) de la Maison des Sciences de l'Homme, Ausonius éditions, études 15, 2007, 243p.

Castex (D.), Le cimetière des Fédons : des données anthropologiques aux interprétations. Des particularités démographiques propres au site des Fédons, In : Bizot (B.), Castex (D.), Reynaud (P.), Signoli (M.), *La saison d'une peste (avril – septembre 1590), le cimetière des Fédons à Lambesc (Bouches-du-Rhône)*, CNRS éditions, Paris, 2005,46-53.

Castex (D.), Les anomalies démographiques : clefs d'interprétation des cimetières d'épidémies en archéologie, In Castex (D.), Cartron (I.), *Épidémies et crises de mortalité du passé*, Acte des séminaires (année 2005) de la Maison des Sciences de l'Homme, Ausonius éditions, études 15, 2007, 109-138.

Castex (D.), Blanchard (Ph.), Giuliani (R.), Ricciardi (R.), Les ensembles funéraires du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, I^{er}-III^e siècle) : caractérisation, hypothèses d'interprétation et perspectives de recherches, *Mélanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité*, 2007, 119-1, 274-282.

Castex (D.), Georges (P.), Blanchard (Ph.), Complémentarité et discordances entre sources textuelles et sources archéo-anthropologiques en contexte de crises de mortalité par épidémie. Etude de cas, *Revue Archéologique du Centre de la France*, 2008, 47,

Castex (D.), Blanchard (Ph.), Les sépultures du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin(Rome). État des analyses bio-archéologiques et perspectives, *Mélanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité*, Rome, 2009, 121-1, 287-297.

Castex (D.), Blanchard (Ph.), Le secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, I^{er}-III^e siècle). Indices archéologiques d'une crise brutale de mortalité. *Mélanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité*, 2011, 123-1, 274-280.

Castex (D.), Blanchard (Ph.), Témoignages archéologiques de crise(s) épidémique(s) : la catacombe des Saints Marcellin-et-Pierre (Rome, fin I^{er}-III^e s.), In : Castex (D.), Courtaud (P.), Duday (H.), Le Mort (F.), Tillier (A.-M.), *Le regroupement des morts. Genèse et diversité archéologique*, Thanat'Os, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine/Ausonius, 2011, 281-292.

Castex (D.), Drancourt (M.), D'un site funéraire à la détection d'une crise épidémique. Identités biologiques et patrimoine génétique, In : *Actes du colloque Epidémies et Sociétés dans le Monde Occidental XI^e-XXI^e s. Revue Sociologie Santé, Coll. "Les Etudes Hospitalières"*, 2005, 22, 190-209.

Catalano (P.) Les ensembles funéraires de l'époque impériale à Rome, *Les dossiers de l'archéologie*, 2008, 330, 10-13.

Chateaubriand de (F.-R.), *Mémoires d'outre-tombe*, 1849, II, 2.

Chevallier (R.), *Les voies romaines*, Armand Colin, Paris, 1972, 313p.

Coqueugniot (H.), Desbarats (P.), Dutailly (B.), Panuel (M.), Dutour (O.), Les outils de l'imagerie médicale et de la 3D au service des maladies du passé, In : Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2009*, Archéovision 3, Bordeaux, Éditions Ausonius, 2010, 177-180.

Cordier (P.) ; *Rome, ville et capitale de César à la fin des Antonins*, Paris, Bréal, 2001, 192p.

Courtaud (P.), « Anthropologie de sauvetages » : vers une optimisation des méthodes d'enregistrement, présentation d'une fiche anthropologique, *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, t.8, (3-4), 157-167.

Demoule (J.-P.), Giligny (F.), Lehöerff (A.), Schnapp (A.), Guide des méthodes de l'archéologie, Repères, La découverte, Paris, 2002, 293p.

Deviese (Th.), Vanhove (C.), Chapoulie (R.), Blanchard (Ph.), Colombini (M.-P.), Regert (M.), Castex (D.), Détermination et fonction des substances organiques et des matières minérales exploitées dans les rites funéraires de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin à Rome (I^{er}-III^e), In : Cartron (I.), Castex (D.), Georges (P.), Vivas (M.), Charageat (M.), *De corps en corps. Traitement et devenir du cadavre, Actes des séminaires de la Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine (mars-juin 2008)*, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, Pessac, 2010, 115-140.

Drancourt (M.), Paléomicrobiologie : la microbiologie au service de l'anthropologie In Castex (D.), Cartron (I.), *Épidémies et crises de mortalité du passé*, Acte des séminaires (année 2005) de la Maison des Sciences de l'Homme, Ausonius éditions, études 15, 15-21.

Duday (H.), Les preuves archéologiques d'une crise brutale de mortalité : simultanéité du dépôt des cadavres, simultanéité des décès ? In : Castex, Cartron 2007 : Castex (D.), Cartron (I.), *Épidémies et crises de mortalité du passé*, Acte des séminaires (année 2005) de la Maison des Sciences de l'Homme, Ausonius éditions, études 15 : 15-21.

Duday (H.), Courtaud (P.), Crubezy (E.), Sellier (P.), Tillier (A.-M.), L'anthropologie « de terrain ». Reconnaissance et interprétation des gestes funéraires, *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, n.s.*, t.2, (3-4), 29-50.

Dutailly (B.), Coqueugniot (H.), Couture (C.), Desbarats (P.), Guerguieva (S.), Synave (R.), Imagerie médicale et patrimoine anthropologique : vers un contrôle total de la chaîne des traitements dans l'analyse morphométrique tridimensionnelle : *In* Vergniew (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 45-51.

Dutour (O.), Buzhilova (A.), Gourjon (G.), Berezina (N.), Rigeade (C.), Svedchikova (T.), Kokhlov (A.), Crises brutales de mortalité en contexte de conflit militaire: exemple des inhumations de masse du site de Kaliningrad, *In*: Castex (D.), Courtaud (P.), Duday (H.), Le Mort (F.), Tillier (A.-M.), *Le regroupement des morts. Genèse et diversité archéologique*, Thanat'Os, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine/Ausonius, 2011, 209-218.

Ferrua (A.), *Eprigrammata damasiana*, Pontificio Istituto di archeologia cristiana, Rome, 1942, 316p.

Ferrua (A.), *La pitture della nuova catacomba di via Latine*, Città del Vaticano , Pontificio Istituto di archeologia cristiana.

Fiocchi Nocilai (V.), Bisconti (F.), Mazzoleni (D.) (Traduction de Jean Guyon), *Les catacombes chrétiennes de Rome : origine, développement, décor, inscriptions*, Schnell und Steiner, Regensburg, 1999, 208p.

Flambard (J.-M.) «Éléments pour une approche financière de la mort dans les classes populaires du Haut-Empire : analyse du budget de quelques collèges funéraires de Rome et d'Italie » *In* : Hinard (F.), *La mort, les morts et l'au-delà dans le monde romain*, Caen, 1987, 209-244.

Frezouls (E.), Rome ville ouverte. Réflexions sur les problèmes de l'expansion urbaine d'Auguste à Aurélien, *In* : *L'Urbs : espace urbain et histoire (I^{er} siècle av. J.-C. – III^e siècle ap. J.-C.)*, *Actes du colloque international de Rome (8 – 12 mai 1985)*, 1987, 373-392.

Friess (M.), The use of 3D Laser scanning techniques for the morphometric analysis of human facial shape variation, *In*: Mafart (B.), Delingette (H.), *Three Dimensional Imaging in Paleanthropology and Prehistoric Archeology*, *Actes du XIV^e congrès UISPP, université de Liège, Belgique (2-8 Septembre 2001)*, British archeologie reports, 2002, 1049, 31-35.

Fuchs (Ph.), *Le traité de la réalité virtuelle*, Paris, Presse des mines, volume 4, 2006, 48.

Giuliani (R.), Castex (D.) (en collaboration avec Ph. Blanchard et M. Coquerelle), *La scorpeta di un nuovo santuario nella catacomba dei SS. Marcellino e Pietro e lo scavo antropologico degli insiemi funerari annessi. Risultati preliminari di un'indagine multidisciplinare*, Rendiconti della Pontificia Accademia Romana di Archeologi, 2006-2007, LXXIX, 83-124.

Giuliani (R.), *Ad duas lauros, un exemple emblématique de christianisation*, *Les dossiers d'archéologie*, 2008, 330, 48-55.

Giuliani (R.), Guyon (J.), *La gestion du "regroupement des morts" dans les cimetières communautaires de l'Antiquité: l'exemple des catacombes romaines*, In : Castex (D.), Courtaud (P.), Duday (H.), Le Mort (F.), Tillier (A.-M.), *Le regroupement des morts. Genèse et diversité archéologique*, Thanat'Os, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine/Ausonius, 2011, 97-122.

Guyon (J.), *Rome : catacombe inter duas lauros près de la via Casilina*, *Mélanges de l'École Française de Rome. Antiquité*, 1984, 96-1, 525- 527.

Guyon (J.), *Le cimetière « aux deux lauriers ». Recherche sur les catacombes romaines*, Pontificio Instituto di Archeologia Christiana – Ecole Française de Rome, 1987, Rome 556p.

Guyon (J.), *Peut-on vraiment dater une catacombe ? Retour sur le cimetière « Aux deux Lauriers » ou catacombe des Saints Marcellin-et-Pierre, sur la via Labicana à Rome*, in Jordan-Ruwe (M.), Real (U.), *Bild und Formenspracher des spätantiken Kunst*, *BOREAS*, Münster, 17, 1994, 89-103.

Guyon (J.), *"Sub voce: Duas lauros (inter) coemeterium"*, *Lexicon Topographicum Urbis Romae, Suburbium II*, 2004, 209-215.

Houët, (F.) et Cleuvenot (E.), *Proposition de nouvelles équations d'estimation de stature applicables pour un sexe indéterminé, et basées sur les échantillons de Trotter et Gleser*, *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 1993, 245-255.

Kaplan (M.), *Le monde romain, Grand amphi d'Histoire ancienne 2*, Bréal, Paris, 1995, 383p.

Lafon (X.), *Concurrence ou complémentarité ? Jardin et les crotales à la périphérie de Rome premier siècle avant – deuxième siècle après*, Maison des sciences de l'homme histoire urbaine, 2003/2, n°8, 9 – 21.

Le Cloirec (G.) Les atouts de l'imagerie 3D pour l'archéologie de terrain (réflexion à partir d'exemples fouillés récemment en Bretagne) In : VERGNIEUX (R.), DELEVOIE (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2009*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2010, 107-114.

Leveau (Ph.), Nécropoles et monuments funéraires à Caesarea de Maurétanie, In : *Römische Gräberstraßen. Selbstdarstellung, Status, Standart*, Munich, 1987, 281-290.

De Luca (L.), *Relevé et multi-représentation du patrimoine architectural*, Thèse de l'École Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Paris, 2006, inédit.

Madeleine (S.), Fleury (Ph.), Problématique d'une restitution globale de la Rome antique. Une visite interactive avec accès dynamique aux sources anciennes in Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 55-60.

Ordureau (S.), Lecuyot (G.), Apport de l'imagerie médicale 3D à l'étude d'une momie du IV^e siècle av. J.-C. in Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 45-51.

Mazzoleni (D.), Les sépultures souterraines des Juifs d'Italie, *Dossiers de l'archéologie*, 1976, 19, 82-99.

Père (Ch.), Faucher (S.), Cluny : de la gestion de données à la réalité augmentée, in Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 61-68.

Pruchova (E.), Chroustovsky (L.), La sépulture multiple de Velké Prilepy (Age du Bronze ancien, République Tchèque). Contribution à l'interprétation de l'origine d'un complexe funéraire à partir des données de terrain et de la taphonomie, *Anthropo*, 2010, 22, 29-36.

Rebillard (E.), L'église de Rome le développement des catacombes. À propos de l'origine du cimetière chrétien, *Mélanges de l'École Française de Rome*, 1997, 109, 741-763.

Riviere (J.-B de la.), Audonnet (M.), Technologies d'aujourd'hui et de demain pour la numérisation et la manipulation de modèles 3D, In : Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2007*, Archéovision 3, Éditions Ausonius, Bordeaux 2008, 95-99.

Sablayrolles (R.), La rue, le soldat et le pouvoir, la garnison de Rome de César à Pertinax, In : La ville de Rome sous le Haut-Empire : nouvelles connaissances, nouvelles réflexions, Pallas, *Revue d'étude archéologique*, 2001, 142.

Sachau (G.), Castex (D.), Mora (P.), Vergnieux (R.), Modélisation de deux ensembles funéraires de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin à Rome : objectifs et méthodes, In : Vergnieux (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2009*, Archéovision 4, Éditions Ausonius, Bordeaux 2010, 161-170.

Sachau (G.), Castex (D.), Apport de la modélisation tridimensionnelle à l'analyse des sites de stratifications complexes à travers l'exemple des tombes multiples de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin, In : Père (Chr.), Rollier (J.), *Actes du colloque Arch-I-Tech 2010*, Archéovision 5, Éditions Ausonius, Bordeaux 2011, 215-222.

Sapin (Chr.), Archéologie et image de synthèse, *Le Médiéviste et l'ordinateur*, 29, 1994, 53-57.

Sohn (M.), Place et rôle du mobilier dans les sépultures collectives du Bassin parisien à la fin du Néolithique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 2002, 99-3, 501-520.

Souquet-Leroy (I.), Blanchard (Ph.), Castex (D.), Poulle (P.), Stratégie de fouille d'un ensemble de sépultures multiples à Issoudun, *Archéopages*, 19, INRAP, Août 2007, 62-67.

Spera (L.), Il complesso di Pretestato sulla via appia : Storia topografica e monumentale di un insediamento funerario paleocristiano nel suburbio di Roma, Città del Vaticano : Pontificio istituto di archeologia cristiana, Roma sotterranea cristiana, 2004, 375p.

Tranoy (L.), La mort en Gaule romaine, In : Crubezy (E.), L'archéologie funéraire, Collections archéologiques, 2007, 2e éd. revue et corrigée, 107.

Vergniew (R.), Virtual reality a Tool for Archeologist, In: Vergniew (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2003*, Archéovision 1, Éditions Ausonius, Bordeaux 2004, 13-16.

Vergniew (R.), Sauvegarder les données numériques 3D du patrimoine, In : Vergniew (R.), Delevoie (C.), *Actes du colloque Virtual Retrospect 2009*, Archéovision 4, Éditions Ausonius, Bordeaux 2010, 181-184.

Vergniew (R.), De l'usage de la 3D en archéologie, In : Père (Chr.), Rollier (J.), *Actes du colloque Arch-I-Tech 2010*, Archéovision 5, Éditions Ausonius, Bordeaux 2011, 11-16.

Annexes

Année	Sépulture	Individu n°	Phase de dépôt	Dépôt	Orientation (tête-pieds)	Plâtre	Tissu (empreintes)	Fils d'or	Résine	Matière organique	Autres	Âge	Sexe	Conservation	Représentation
2005	X 80 T16	1	8	Sur le dos	S-N	oui	oui				bois (US 219)	ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	2	9	Sur le dos	S-N	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	3	8	Sur le dos	S-N	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	4		Sur le dos	S-N			oui		oui		ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	5	9	Sur le dos	O-E	oui		oui				1 - 9	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	6	9	Sur le dos	N-S	oui		oui		oui		ad. > 20	M ???	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	7	9	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	8	9	Sur le dos	S-N	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	9	?	Sur le dos	S-N							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	10	8	?	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	11	7	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	M ???	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	12	7	Sur le dos	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	13	7	Sur le dos	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	14	7	Sur le dos	O-E							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	15	7	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	16	7	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	17=19	7	Sur le dos	N-S	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	18	6	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	20	6	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	21	6	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	22	6	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	23	5	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	24	5	Sur le ventre	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	25	5	Sur le ventre	O-E	oui						ad. > 20?	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	26	5	Sur le côté droit	S-N							1 - 9	Imm.	Bonne	Bonne
2005	X 80 T16	27	5	Sur le côté droit	tête à l'est, pieds au nord							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	28=29	5	Sur le ventre?	N-S							10 - 19	Imm.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	30	4	Sur le dos	S-N	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	31	4	Sur le ventre	S-N							10 - 19	Imm.	Moyenne	Moyenne
2005	X 80 T16	32	?	Sur le côté droit	NE-SO	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	33	?	Sur le dos	SE-NO	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	34	4	Sur le dos	O-E	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	36	4	Sur le côté droit								1 - 9	Imm.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	37	4	Sur le dos?	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	38	4	Sur le dos	SO-NE	oui						ad. > 20	F	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	39	4	Sur le dos	SO-NE	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	40	4	Sur le dos	NE-SO	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne

Annexe 1 : Base de données simplifiée T18 (individus 1 à 40).

Année	Sépulture	Individu n°	Phase de dépôt	Dépôt	Orientation (tête-pieds)	Plâtre	Tissu (empreintes)	Fils d'or	Résine organique	Autres	Âge	Sexe	Conservation	Représentation
2005	X 80 T16	41	?	Sur le côté gauche	SO-NE	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	42	3	Sur le dos	SE-NO	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	43	4	Sur le dos	NE-SO	oui	oui				ad. > 20	F	Moyenne	Moyenne
2005	X 80 T16	44	3	Sur le dos	SO-NE	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	45	3	Sur le ventre composé latérale droite	SO-NE	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	46	3	Sur le côté gauche	SO-NE	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2006	X 80 T16	47	3	Sur le dos?	SO-NE	oui					5 - 9	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	48	3	Sur le dos	SO-NE						ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	49	3	Sur le dos	NE-SO	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	50	3	Sur le ventre	E-O	oui					1 - 4	Imm.	Moyenne	Moyenne
2006	X 80 T16	51	3	Sur le dos	N-S	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	52	3	Sur le dos?	S-N						1 - 4	Imm.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	53	3	Sur le ventre	N-S	oui		oui			ad. > 20	Indét.	Moyenne	Moyenne
2006	X 80 T16	54	3	Sur le ventre	E-O	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	55	3	Sur le ventre	NE-SO	oui		oui	oui		ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	56	3	Sur le dos	S-N	oui		oui	oui		ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	58	3	Sur le dos	N-S				oui		0	Imm.	Moyenne	Moyenne
2006	X 80 T16	57-59	3	Sur le dos	N-S	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	60	3	Sur le dos	S-N				oui		ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	61	3	Sur le dos	S-N	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Moyenne
2006	X 80 T16	62	3	Sur le dos	S-N						1 - 4	Imm.	Moyenne	Moyenne
2006	X 80 T16	63	3	Sur le dos?	N-S	oui			oui		grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	64	2	Sur le dos	N-S						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2006	X 80 T16	65	2	Sur le dos	S-N						10 - 19	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	65	2	Sur le dos	S-N			oui			ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	66	2	Sur le dos?	S-N	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	67	2	Sur le dos	N-S	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	68	2	Sur le dos	N-S	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	69	2	Sur le dos	S-N						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	70	2	Sur le côté droit	S-N	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	71	1	Sur le ventre	NE-SO	oui					ad. > 20	Imm.	Bonne	Bonne
2006	X 80 T16	72	2	Sur le côté gauche	E-O	oui					ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	73	1	Sur le dos	S-N						ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	74	1	?	S-N						1 - 4	Imm.	Mauvaise	Bonne
2006	X 80 T16	75	2	Sur le dos?	N-S	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	76	2	Sur le dos	N-S	oui			oui		ad. > 20	Indét.		
2006	X 80 T16	77	1	Sur le dos	S-N	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X 80 T16	78	1	Sur le dos	N-S	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	79	1	Sur le dos	S-N	oui	oui				ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2006	X 80 T16	80	1	Sur le dos	N-S	oui					5 - 9	Imm.	Moyenne	Bonne

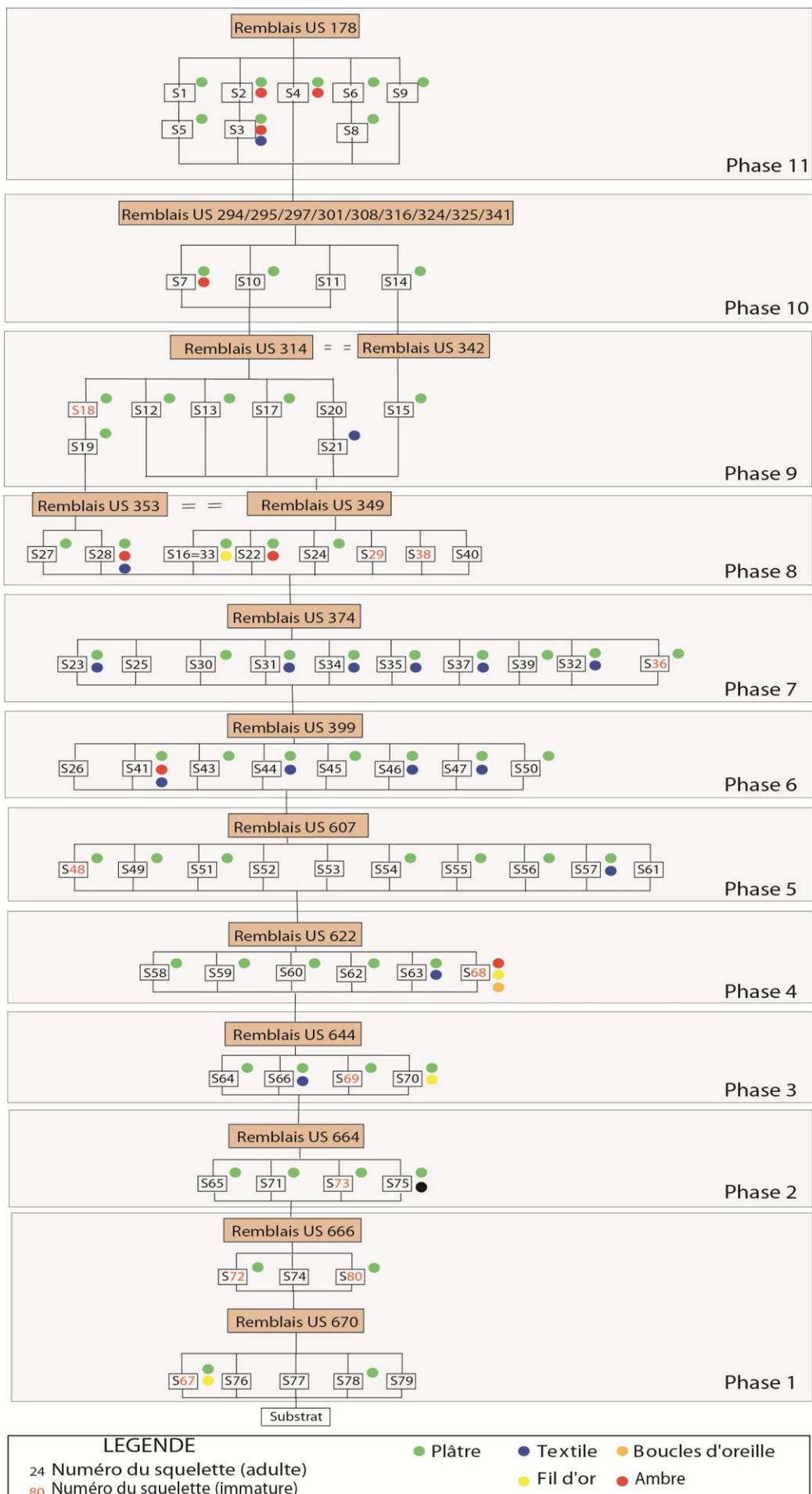
Annexe 2 : Base de données simplifiée T18 (individus 41 à 80).

Année	Sépulture	Individu n°	Phase de dépôt	Dépôt	Orientation (tête-pieds)	Plâtre	Tissu (empreintes)	Fils d'or	Résine	Matière organique	Autres	Âge	Sexe	Conservation	Représentation
2005	X 80 T16	1	8	Sur le dos	S-N	oui	oui				bois (US 219)	ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	2	9	Sur le dos	S-N	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	3	8	Sur le dos	S-N	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	4		Sur le dos	S-N			oui		oui		ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	5	9	Sur le dos	O-E	oui		oui				1 - 9	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	6	9	Sur le dos	N-S	oui				oui		ad. > 20	M ???	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	7	9	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	8	9	Sur le dos	S-N	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	9	?	Sur le dos	S-N							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	10	8	?	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	11	7	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	M ???	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	12	7	Sur le dos	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	13	7	Sur le dos	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	14	7	Sur le dos	O-E							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	15	7	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	16	7	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	17-19	7	Sur le dos	N-S	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	18	6	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	20	6	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	21	6	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	22	6	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	23	5	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	24	5	Sur le ventre	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	25	5	Sur le ventre	O-E	oui						ad. > 20?	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	26	5	Sur le côté droit	S-N							1 - 9	Imm.	Bonne	Bonne
2005	X 80 T16	27	5	Sur le côté droit	tête à l'est, pieds au nord							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	28-29	5	Sur le ventre?	N-S							10 - 19	Imm.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	30	4	Sur le dos	S-N	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	31	4	Sur le ventre	S-N							10 - 19	Imm.	Moyenne	Moyenne
2005	X 80 T16	32	?	Sur le côté droit	NE-SO	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	33	?	Sur le dos	SE-NO	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	34	4	Sur le dos	O-E	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	36	4	Sur le côté droit								1 - 9	Imm.	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	37	4	Sur le dos?	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Mauvaise
2005	X 80 T16	38	4	Sur le dos	SO-NE	oui						ad. > 20	F	Mauvaise	Bonne
2005	X 80 T16	39	4	Sur le dos	SO-NE	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Moyenne
2005	X 80 T16	40	4	Sur le dos	NE-SO	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne

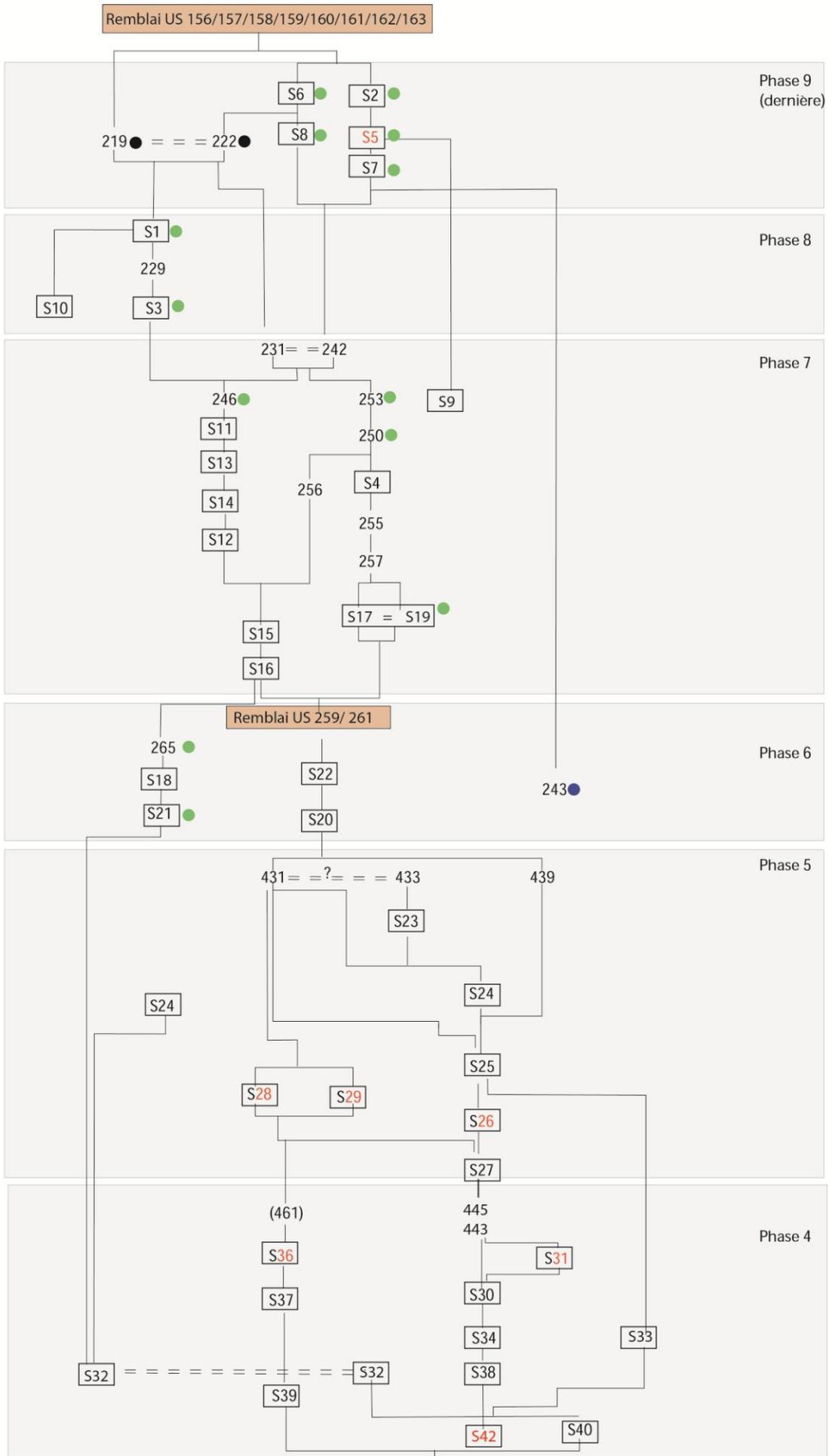
Annexe 3 : Base de données simplifiée T16 (individus 1 à 40)

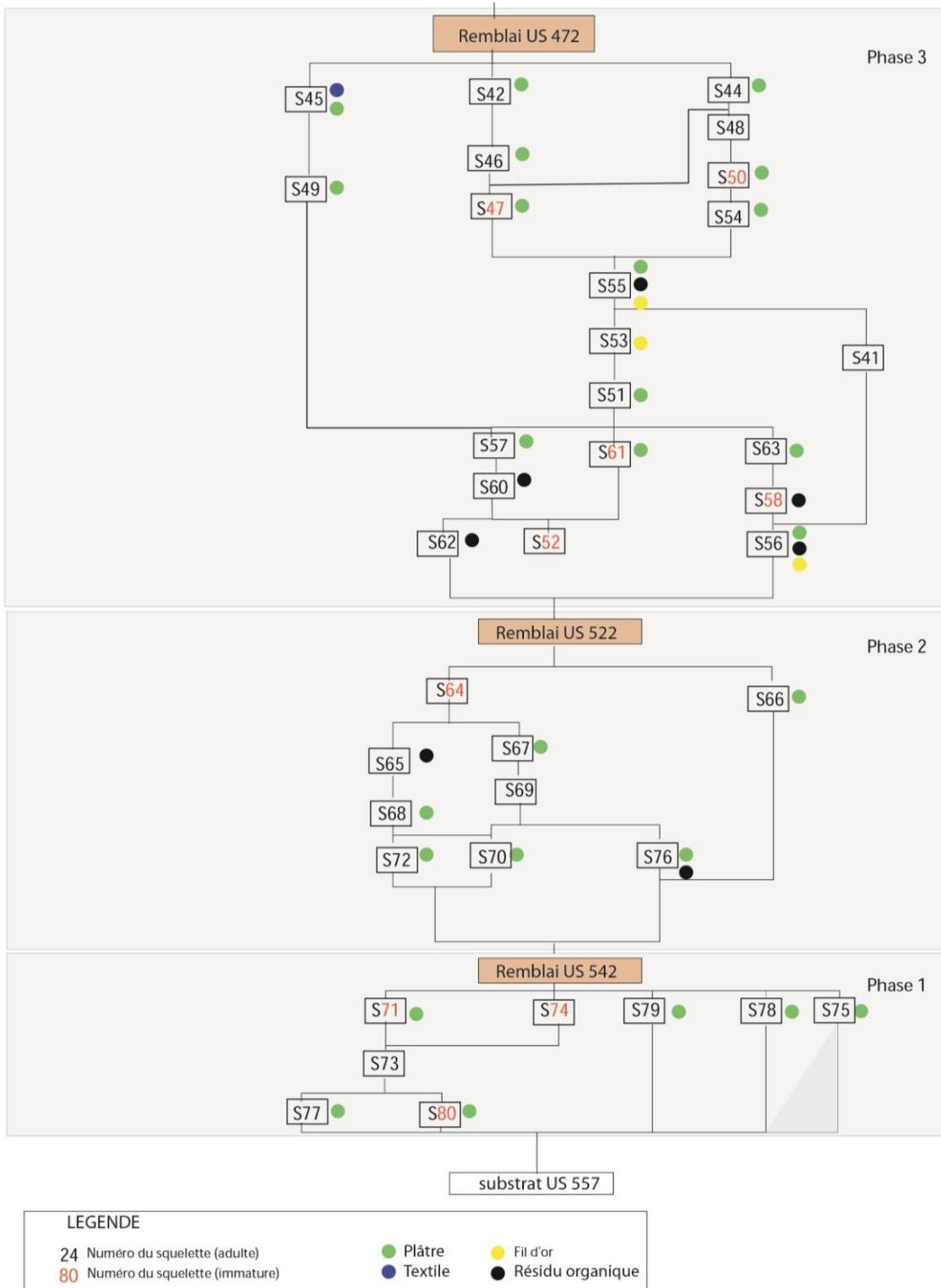
Année	Sépulture	Individu n°	Phase de dépôt	Dépôt	Orientation (tête-pieds)	Plâtre	Tissu (empreintes)	Fils d'or	Résine	Matière organique	Autres	Âge	Sexe	Conservation	Représentation
2006	X82 T18	41	6	Sur le dos	NE-SO	oui	oui		oui			grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	43	6	Sur le dos	S-N	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	44	6	Sur le dos	NE-SO	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	45	6	Sur le dos	SO-NE	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	46	6	Sur le dos	N-S	oui	oui					ad. > 20	F ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	47	6	Sur le dos	N-S	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	48	5	Sur le dos	N-S	oui						0	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2006	X82 T18	49	5	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	51	5	Sur le dos	N-S	oui					céram. au niveau bassin dans US 607	ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	52	5	Sur le dos	N-S							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	53	5	Sur le dos	S-N							grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	54	5	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	55	5	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	M ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	56	5	Sur le dos	S-N	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	57	5	Sur le dos	N-S	oui	oui					grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	58	4	Sur le dos	E-O	oui						ad. > 20	M ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	59	4	Sur le dos	E-O							ad. > 20	F	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	60	4	Sur le dos	O-E	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	61	5 ?									ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	62	4	Sur le dos	E-O	oui						ad. > 20	F ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	63	4	Sur le dos	O-E	oui	oui					ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	64	3	Sur le dos	O-E	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	65	2	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	66	3	Sur le dos	O-E	oui		oui				grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	67	1	Sur le dos	O-E	oui		oui				grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	68	4	Sur le dos	E-O			oui				15 - 19	F ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	69	3	Sur le dos	O-E	oui		oui			boucles d'oreilles	15 - 19	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	70	3	Sur le dos	N-S							grand ado. / ad.	F ???	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	71	2	Sur le dos	N-S	oui						grand ado. / ad.	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	72	1	Sur le dos	E-O	oui						10 - 14	Imm.	Moyenne	Bonne
2006	X82 T18	73	2	Sur le dos	N-S	oui						ad. > 20?	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	74	1	Sur le dos	E-O					oui		grand ado. / ad.	Indét.	Moyenne	Bonne
2006	X82 T18	75	2	Sur le dos	S-N	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	76	1	Sur le dos	O-E							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	77	1	Sur le dos	E-O							ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	78	1	Sur le dos	E-O	oui						ad. > 20	Indét.	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	79	1	Sur le dos	O-E							grand ado. / ad.	M ?	Mauvaise	Bonne
2006	X82 T18	80	1	Sur le dos	S-N	oui						0	Imm.	Mauvaise	Moyenne
2005	X82 T18	dépôt A	9									ad. > 20	Indét.	Moyenne	Moyenne

Annexe 4 : Base de données simplifiée T16 (individus 41 à 80)



Annexe 5 : Diagramme stratigraphique de la tombe 18 (mise au propre Ph. Blanchard).





Annexe 6 : Diagramme stratigraphique de la tombe 16 (mise au propre Ph. Blanchard).

âge	plâtre	sans plâtre
[0]	3	0
[1 – 4]	0	2
[5 -9]	1	0
[10 -14]	1	0
[15-19]	1	1
grand ado.-ad /ad.	29	9

Tableau mise au carré

âge	plâtre	sans plâtre	Total
[0]	0.26587444	0.77	1.04
[1-4]	1.49	4.35313725	5.84
[5-9]	0.09135135	0.26	0.35
[10-14]	0.09135135	0.26	0.35
[15-19]	0.16114094	0.47078431	0
grand ado. /ad.	0.01731449	0.05051546	0.07
Total	2.12	0.05	2.17

$$X^2=2.17$$

degré de liberté 5

Probabilité entre 0.25 et 0.1

Annexe 7 : Données pour le test de Khi-deux, tombe 18

âge	plâtre	sans plâtre
[0]	0	1
[1-4]	3	4
[5-9]	3	0
[10-14]	0	3
grand ado. /ad.	11	9
ad.	35	8

Tableau mise au carré

âge	plâtre	sans plâtre	Total
[0]	0.5	1	1.50
[1-4]	0.07142857	0.14285714	0.21
[5-9]	1.5	1.5	3.00
[10-14]	1.5	1.5	3.00
grand ado. /ad.	0.1	0.1	0.20
Total	3.67	4.24	7.91

$$X^2=7.91$$

degré de liberté 4

Probabilité entre 0,95 et 0,90

Annexe 8 : Données pour le test de Khi-deux, tombe 16

	Effectif
Fémur incomplet	40
Fémur absent	9
Fémur présent et complet	18

Individu n°	Phase de dépôt	Valeur	-4.13	Estimation stature	+4.13
011	10	30.74	122.68	126.81	130.94
30	7	32.63	128.07	132.20	136.33
025	7	32.98	129.06	133.19	137.32
39	7	33.22	129.75	133.88	138.01
012	9	34.72	134.02	138.15	142.28
34	7	35.22	135.45	139.58	143.71
028	8	35.61	136.56	140.69	144.82
32	8	37.47	141.86	145.99	150.12
35	7	37.56	142.12	146.25	150.38
007	10	40.57	150.69	154.82	158.95
016=033	8	40.62	150.84	154.97	159.10
017	9	41.27	152.69	156.82	160.95
027	8	42.33	155.71	159.84	163.97
013	9	43.60	159.33	163.46	167.59
019	9	43.91	160.21	164.34	168.47
021	9	48.06	172.04	176.17	180.30
003	11	48.59	173.55	177.68	181.81

Annexe 9 : Données pour l'estimation de la stature, tombe 18

	Effectif
Fémur incomplet	16
Fémur absent	7
Fémur présent et complet	39

Individu n°	Phase de dépôt	Valeur	-4.13	Estimation stature	+4.13
73	1	31.63	125.22	129.35	133.48
77	1	40.53	150.58	154.71	158.84
75	2	32	126.27	130.40	134.53
69	2	37.85	142.94	147.07	151.20
048	3	33.13	129.49	133.62	137.75
051	3	33.65	130.97	135.10	139.23
049	3	36.37	138.72	142.85	146.98
046	3	36.93	140.32	144.45	148.58
054	3	38.15	143.80	147.93	152.06
044	3	38.21	143.97	148.10	152.23
055	3	38.79	145.62	149.75	153.88
042	3	38.93	146.02	150.15	154.28
045	3	40.88	151.58	155.71	159.84
62	3	41.01	151.95	156.08	160.21
053	3	41.43	153.15	157.28	161.41
057=059	3	41.96	154.66	158.79	162.92
056	3	43.41	158.79	162.92	167.05
032	4	32.9	128.84	132.97	137.10
034	4	37.2	141.09	145.22	149.35
038	4	37.76	142.69	146.82	150.95
040	4	38.91	145.96	150.09	154.22
039	4	40.73	151.15	155.28	159.41
033	4	41.8	154.20	158.33	162.46
043	4	43.2	158.19	162.32	166.45
030	4	44.42	161.67	165.80	169.93
027	5	33.77	131.31	135.44	139.57
023	5	36.75	139.81	143.94	148.07
024	5	39.42	147.42	151.55	155.68
025	5	43.4	158.76	162.89	167.02
018	6	33.41	130.29	134.42	138.55
021	6	33.7	131.12	135.25	139.38
020	6	37.45	141.80	145.93	150.06
022	6	41.11	152.23	156.36	160.49
011	7	35.15	135.25	139.38	143.51
015	7	37.58	142.17	146.30	150.43
016	7	41.77	154.11	158.24	162.37
003	8	35.18	135.33	139.46	143.59
001	8	37.07	140.72	144.85	148.98

Annexe 10 :Données pour l'estimation de la stature tombe 16.

ACTIONS

ACQUISITION

Définir les données

Recueillir les données

Encoder les données

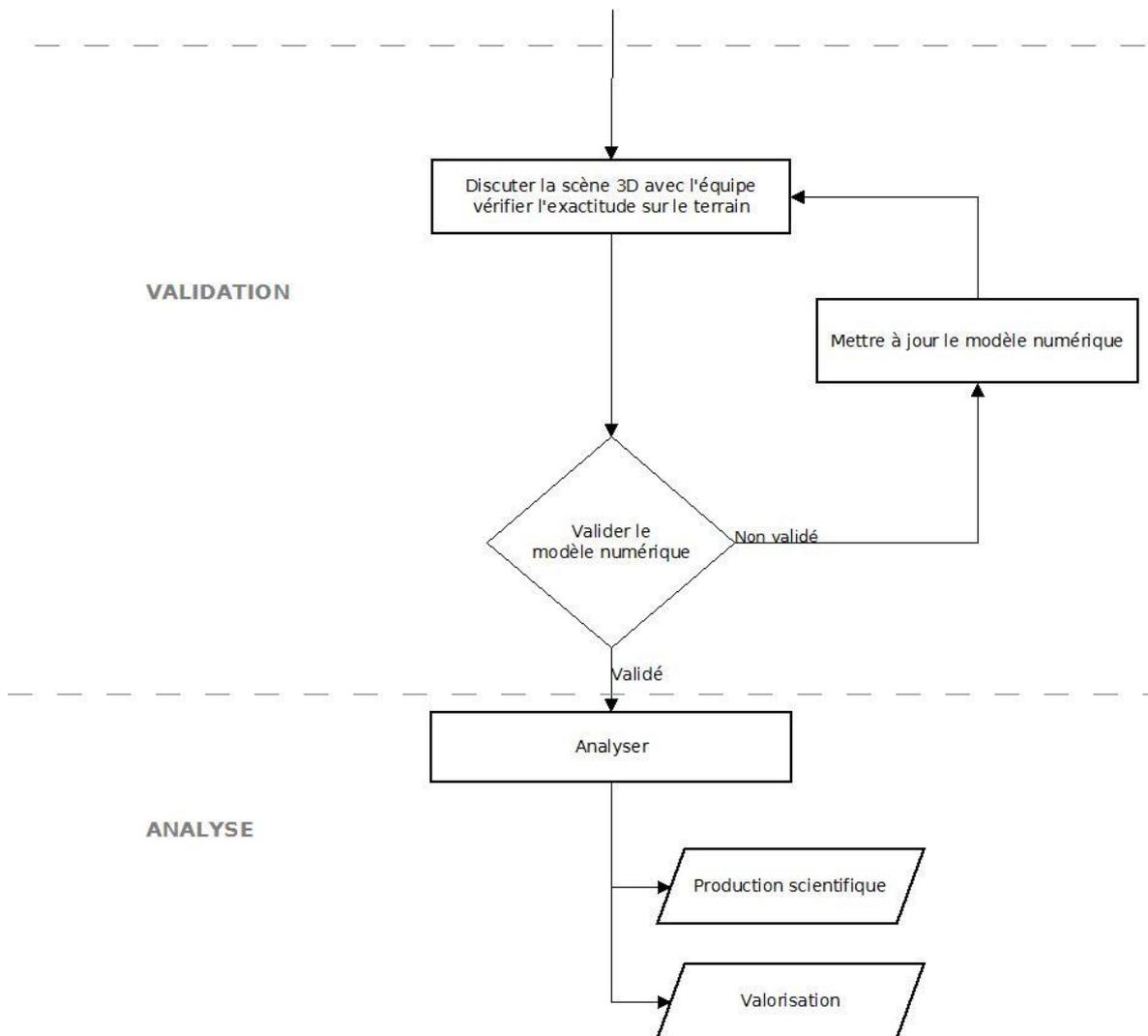
MODELISATION

Choisir l'objet à modéliser

Modéliser l'objet

Intégrer la scène 3D





Annexe 11 : Protocole d'acquisition et de modélisation (Fouilles réalisées et inédites).

Liste des figures

Figure 1 : Rome à l'époque impériale (d'après Kaplan 1995 : 119)	- 36 -
Figure 2 : Carte de situation des nécropoles à Rome et ses environs, de l'Antiquité tardive à l'époque médiévale (G. Luglio in Catalano 2008 : 10)	- 36 -
Figure 3 : Dessins architecturaux de la <i>Via Appia Antica</i> : élévation et restitution, plan au sol (A. G. Ancelet 1855, inv. 46-04 et 01).....	- 38 -
Figure 4 : Les catacombes juives de Rome au III ^e - IV ^e s. ap. J.-C. (d'après Fiocchi <i>et al.</i> 1999)	- 40 -
Figure 5 : Les catacombes chrétiennes de Rome au III ^e - IV ^e s. ap. J.-C. (d'après Fiocchi <i>et al.</i> 1999).....	- 42 -
Figure 6 : Localisation des catacombes de Saint-Calliste et Domitille (d'après Fiocchi <i>et al.</i> 1999).....	- 42 -
Figure 7 : A gauche : dessin de A. Bosio, <i>arcosarium</i> et à droite : dessin de J. -B. de Rossi, <i>loculi</i> . (Encyclopedia Britannica, vol. 5 sl. 5).....	- 44 -
Figure 8 : Exemple de <i>loculus</i> , <i>arcosarium</i> et <i>cubiculum</i> (Cl. PCAS).....	- 44 -
Figure 9 : Localisation de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (d'après Fiocchi <i>et al.</i> 1999).....	- 46 -
Figure 10 : État actuel du mausolée d'Hélène, <i>Tor Pignattara</i>	- 48 -
Figure 11 : Restitution axonométrique de la basilique de Constantin (Guyon 1987 : 234). -	48 -
Figure 12 : Plan de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin avec en bleu les zones primitives (d'après PCAS).....	- 50 -
Figure 13 : Plan de la catacombe avec le secteur central (cerclé en orange) (Giuliani 2008 : 53).....	- 52 -
Figure 14 : Plan du secteur central et localisation de la fresque (plan et cl. PCAS).....	- 52 -
Figure 15 : Plan du secteur central (M. Ricciardi 2006, PCAS)	- 54 -
Figure 16 : Vue de la X83 en cours de fouille (Cl. D. Gliksman, INRAP).....	- 56 -
Figure 17: Tombe 16, dernier niveau de dépôt (Cl. mission 2006)	- 56 -
Figure 18 : Boucles d'oreille en or X82 T18, contexte de découverte et après nettoyage (Cl. mission 2006).	- 58 -
Figure 19 : Datation des différents espaces funéraires (Ricciardi PCAS, Castex, Blanchard 2011 : 289)	- 58 -
Figure 20: Tombe 18, plâtre sur l'individu 54 (cl. mission 2006).....	- 60 -
Figure 21 : Vue de profil d'un fémur pris dans la gangue de plâtre et empreinte du crâne de l'individu 12(Cl. mission 2005).	- 62 -

Figure 22 : Empreinte de tissu et échantillon, X80 T16 (Cl. mission 2005).....	- 62 -
Figure 23 : Fil d'or au contact du squelette 65 et agrandissement, X80 T6 (Cl. mission 2006)	- 62 -
Figure 24 : Paillettes d'ambre X82 T18 (Cl. mission 2005).....	- 62 -
Figure 25 : Sépulture collective de Champ Tortu : chronologie de dépôt des individus 1 à 7 (Bach 1995 : 159).....	- 66 -
Figure 26 : Relevé planimétrique de la crémation primaire de Reichstett-Mundolsheim, en vert les connexions anatomiques préservées (Blaizot 2005 : 19).....	- 68 -
Figure 27 : Sépulture multiple contenant 9 individus, l'origine de la mort et du regroupement est inconnue, fin XVI ^e , Nancy 2010 (Cl. P. Toussaint, INRAP)	- 70 -
Figure 28 : Sépulture multiple liée à la guerre de 1914 -1918, Actiparc, Arras (Cl. Salva)-	72 -
Figure 29 : Exemple d'un charnier de la peste de 1720 à Marseille, fouille INRAP 2009 (Cl. D. Gliksman, INRAP)	- 72 -
Figure 30 : Représentation théorique d'une relation de juxtaposition (réalisation G.Sachau).	- 76 -
Figure 31 : Représentation théorique d'une superposition (réalisation G.Sachau).....	- 76 -
Figure 32 : Représentation théorique d'une imbrication (réalisation G.Sachau)	- 78 -
Figure 33 : Répartition des sépultures multiples et individuelles d'Issoudun (Castex <i>et al.</i> 2008 : 11)	- 78 -
Figure 34 : Vue zénithale de l'ensemble des sépultures multiples d'Issoudun (Blanchard <i>et al.</i> 2011, vol.3 : 3)	- 80 -
Figure 35 : Sépulture multiple 119 (Blanchard <i>et al.</i> 2011, vol.2)	- 82 -
Figure 36 : Représentation anthropomorphe de la sépulture 119, premier et dernier niveaux de dépôts, Issoudun (Castex <i>et al.</i> 2011, vol.2)	- 84 -
Figure 37 : Vilké Prilépy (Pruchova 2010 : 29).....	- 84 -
Figure 38 : Niveau 8 de dépôt de la tombe 18 du secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin(M. Coquerelle)	- 86 -
Figure 39 : Modélisation du buste d'Amenhotep, scanner laser (Archéovision 2010).....	- 94 -
Figure 40 : Modélisation d'une momie de Saqqarah, d'après scanner volumique (Ordureau 2007 : 41)	- 94 -
Figure 41 : Modèle opératoire de l'acquisition au modèle 3D.	- 96 -
Figure 42 : Colisée avec distinction de la structure manquante restituée (D. Desfougères, F. Tourniquet, C. Jadot 1994, CIREVE, université Caen).	- 98 -
Figure 43 : Cluny et la basilique de Cluny insérée dans le paysage actuel, réalité augmentée à droite (Père 2007 : 62).....	- 98 -
Figure 44 : Numérisation par scanner à balayage d'une sculpture (Archéovision 2011)..	- 100 -

Figure 45 : Scanner palpable (Rivière 2007 : 96)	- 100 -
Figure 46 : Principe général du scanner laser à balayage (d'après Luca 2008 : 17).....	- 102 -
Figure 47 : Exemple de nuage de points avec et sans couleur (Alby 2006 : 92).	- 102 -
Figure 48 : Exemple d'acquisition surfacique d'un crâne (Friess <i>et al.</i> 2002 : 33).	- 104 -
Figure 49 : Principe de la photogrammétrie à partir d'un couple d'image (Luca 2008 : 42).	- 104 -
Figure 50 : Modèles 3D réalisés à partir de dessin en coupe de céramique néolithique (Briand <i>et al.</i> 2008 : 33)	- 106 -
Figure 51 : Modèle 3D obtenu à partir de deux radiographies, technologie EOS® (EOS®)	- 106 -
Figure 52 : Scanner d'imagerie médicale, fémur afin d'observer les fracturations (Dutailly <i>et</i> <i>al.</i> 2007 : 50)	- 108 -
Figure 53 : Restitution 3D d'un crâne pathologique et de l'endocrâne (Coqueugniot <i>et al.</i> 2010 : 178)	- 108 -
Figure 54 : Exemple de relevé détaillé et global pour la tombe 18.....	- 110 -
Figure 55 : Mise au propre de la coupe nord-sud de la tombe 16.....	- 110 -
Figure 56 : Extrait de la base de données, tombe X 82 T18.	- 112 -
Figure 57 : Vue du 9e démontage de la tombe 18, pieds et crânes en appui sur la paroi nord (cl. mission 2006).....	- 114 -
Figure 58 : Extrait du diagramme stratigraphique de la tombe X 80 T16 (mise au propre Ph. Blanchard)	- 114 -
Figure 59 : Vue de la tombe X 82 T18, 9 ^e démontage (plan M. Ricciardi PCAS, cl. mission 2006).....	- 116 -
Figure 60 : La tombe X80 T16, cerclée en orange, vue du dernier niveau de dépôt (plan M. Ricciardi PCAS, cl. Mission 2006).	- 118 -
Figure 61 : Vues de la tombe X 80 T16, en haut à gauche relief de la paroi est avec les prélèvements pour l'analyse des liquides de putréfaction et vue de la tombe 16 de la zone X80. (Cl. P. Mora 2009 et cl. mission 2006).	- 120 -
Figure 62 : Tombe X 84, vue des différents types de mires utilisées sur les parois et au sol, illustration des difficultés liés à l'éclairage (X84) et à l'accès au sol (X83) (cl. P. Mora)	- 122 -
Figure 63 : Nuage de points obtenu après traitement des clichés à la base du maillage (P. Mora, G. Sachau).	- 124 -
Figure 64 : Capture d'écran du modèle surfacique de la tombe pour la correction du maillage et rendu (G. Sachau).....	- 124 -

Figure 65 : Vue de la façade ouest de la tombe X 82 T18 et du fichier image permettant la texturation (G. Sachau).	- 124 -
Figure 66 : Coupe est-ouest au 1/20e de la tombe X80 T16 (mission 2005).	- 126 -
Figure 67 : Vue de la façade sud des tombes X 82 T18 et X80 T16 avec les passes de sédiments (G. Sachau).	- 126 -
Figure 68 : Exemple du relevé de la tombe 18, comportant les éléments permettant l'acquisition des coordonnées (G. Sachau d'après mission 2005).	- 130 -
Figure 69 : Exemple des informations recueillies pour la modélisation de l'individu 32 (G. Sachau).	- 132 -
Figure 70 : Effectifs selon le genre au sein de chaque niveau de dépôt, tombe 18.	- 134 -
Figure 71 : Squelette adulte et immature fiche de démontage (Courtaud <i>et al.</i> 1996).	- 136 -
Figure 72 : Vue du squelette filaire pour adulte utilisé sous le logiciel de modélisation (d'après Courtaud <i>et al.</i> 1996).	- 138 -
Figure 73 : Vue de face, de profil et filaire du squelette tridimensionnel (source : 3dvf) -	140 -
Figure 74 : Capture d'écran du logiciel MakeHuman™, avec les différents paramètres de sélection.	- 142 -
Figure 75 : Vue de face et de profil des modèles de corps pour les sujets immatures à partir de 5 ans et les sujets adultes.	- 142 -
Figure 76 : Différents points de vue du modèle utilisé pour les sujets immatures entre 0 et 4 ans (source 3dvf).	- 142 -
Figure 77 : Relevé de terrain et mise au propre, vue supérieure du niveau 1 avec les squelettes en volume.	- 144 -
Figure 78 : Vue supérieure du niveau 1, squelette 3D.	- 146 -
Figure 79 : Tombe 18, effectifs pour l'estimation de la stature.	- 148 -
Figure 80 : Tombe 16, effectifs pour l'estimation de la stature.	- 148 -
Figure 81 : Vue de profil et vue supérieure des individus du niveau 1 mis en volume. ...	- 150 -
Figure 82 : Vue de profil et vue supérieure des individus du niveau 1 mis en volume et sans imbrication.	- 150 -
Figure 83 : Squelettes 3D du niveau 1 superposé au relevé et à la photographie du niveau pour la vérification.	- 152 -
Figure 84 : Schéma du processus de restitution des os manquants.	- 154 -
Figure 85 : Éléments de l'appareil funéraire restitués dans la tombe 18 : le plâtre en beige, le tissu associé au plâtre en beige rayé gris et l'ambre en brun.	- 154 -
Figure 86 : Les différents types de représentation au sein de la modélisation : filaire, 3D et en volume.	- 158 -

Figure 87 : Distinction entre ce qui est conservé cerclé en rouge et ce qui est restitué cerclé en orange, vue du maillage du squelette.	- 160 -
Figure 88 : Illustration des différentes teintes prises par les ossements au sein de la tombe 18 (cl. mission 2005).....	- 160 -
Figure 89 : Les sujets féminins (rouge), féminin possible (rose) et masculins possible (bleu) du niveau 5 de dépôt, tombe 18.....	- 162 -
Figure 90 : Vue supérieure du niveau 1, deux sujets immatures en vert, un grand-adolescent/adulte en vert clair.	- 162 -
Figure 91 : Texture utilisé pour l'appareil funéraire, plâtre, tissu et ambre.	- 164 -
Figure 92 : Exemple d'appareil funéraire associé aux individus, tissu et ambre.....	- 164 -
Figure 93 : Récapitulatif du code colorimétrique employé pour l'ensemble des modélisations.	- 164 -
Figure 94 : Scène 3D des tombes 16 et 18, squelettes 3D.	- 166 -
Figure 95 : Superposition de la scène 3D avec le plan pour appréhender le cheminement des corps (d'après M. Ricciardi, PCAS 2006).....	- 168 -
Figure 96 : Exemple d'une imbrication entre deux ossements, individus de la tombe 16, niveau 3.....	- 172 -
Figure 97 : Vue latérale de l'imbrication non-corrigée et corrigée.	- 172 -
Figure 98 : Vue supérieure de l'imbrication corrigée.	- 174 -
Figure 99 : Tombe 18, vue supérieure.....	- 182 -
Figure 100 : Vue de la façade sud de la tombe 18	- 184 -
Figure 101 : Étape a niveau 1, vue supérieure des individus et du relevé du fond de fosse.	- 184 -
Figure 102 : Étape b niveau 1, vue supérieure des individus 78 (jaune) et 79 (vert).....	- 186 -
Figure 103 : Étape c niveau 1 : vue supérieure.	- 186 -
Figure 104 : Vue latérale ouest des individus 74 et 80.	- 188 -
Figure 105 : Espace libre (bleu) du niveau 1 interprété comme un espace de circulation.-	- 188 -
Figure 106 : Vue supérieure du niveau 2 et agrandissement des superpositions, vue supérieure de l'appareil funéraire.	- 190 -
Figure 107 : Vue supérieure du niveau 3 et agrandissements des superpositions.....	- 192 -
Figure 108 : Vue supérieure, niveau 4.	- 194 -
Figure 109 : Vue supérieure du niveau 4, filaire.....	- 194 -
Figure 110 : Vue supérieure du niveau 5 et agrandissements des différentes superpositions.	- 196 -
Figure 111 : Vue supérieure en filaire du niveau 5.	- 198 -
Figure 112 : Vue supérieure niveau 5 avec l'appareil funéraire.....	- 198 -

Figure 113 : Vue supérieure du niveau 6 avec un agrandissement de la superposition de l'individu 46 sur le 45, vue filaire.	- 200 -
Figure 114 : Vue de la façade ouest de l'individu 43, hyperflexion des genoux.....	- 202 -
Figure 115 : Vue supérieure, démontage niveau 7.....	- 202 -
Figure 116 : Vue supérieure du niveau 7 de dépôt avec l'agrandissement des superpositions entre les individus 31 et 37, 35 et 31, 34 et 36.....	- 204 -
Figure 117 : Vue de la façade est de l'individu 31.	- 204 -
Figure 118 : Vue de la façade ouest du niveau 7 de dépôt avec le dépôt dans le couloir des individus 32 et 36.	- 206 -
Figure 119 : Vue supérieure du niveau 8.	- 208 -
Figure 120 : Vue supérieure de l'individu 28, plâtre et tissu.....	- 210 -
Figure 121 : Vue de la façade ouest des individus 27 (en violet) et 28 (en bleu).	- 210 -
Figure 122 : Vue supérieure du niveau 9.	- 212 -
Figure 123 : Vue supérieure, étape a niveau 9.	- 212 -
Figure 124 : Vue supérieure des superpositions, niveau 9.....	- 214 -
Figure 125 : Vue de la façade est, volume squelette et corps du sujet A.	- 214 -
Figure 126 : vue supérieure du niveau 10 avec un agrandissement de la superposition entre les individus 10 et 11.	- 216 -
Figure 127 : Vue supérieure du niveau de dépôt 11.....	- 218 -
Figure 128 : vue supérieure filaire du niveau 11.....	- 220 -
Figure 129 : Vue supérieure des corps en volume selon leurs caractéristiques et les sujets immatures.....	- 222 -
Figure 130 : Tableau de répartition des sujets immatures par niveau et vue de trois-quarts face des niveaux 6, 10 et 11.	- 222 -
Figure 131 : Vue supérieure, de la façade nord, de la façade est, niveau 1.	- 222 -
Figure 132 : Vue supérieure du niveau 4 et du sujet 68.	- 224 -
Figure 133 : Vue supérieure du niveau 5 et vue supérieure du niveau 7.	- 224 -
Figure 134 : Vue supérieure du niveau 8.	- 224 -
Figure 135 : Vue supérieure du niveau 9 et agrandissement pour le sujet 18.....	- 226 -
Figure 136 : Vue supérieure de la répartition des grand-adolescents ou adultes au sein du niveau 11.	- 226 -
Figure 137 : Ensemble des immatures et grand-ado. /ad. ou adultes au sein de la tombe 18.....	- 226 -
Figure 138 : Vue supérieure de l'ensemble des individus (en bleu : homme, en dégradé de rouge : femme).	- 228 -

Figure 139 : Vue supérieure du dépôt de l'individu de sexe masculin du niveau 1, et vue de trois-quarts.....	- 228 -
Figure 140 : Vue supérieure du niveau 3.	- 228 -
Figure 141 : Vue supérieure du niveau 4 des individus sexés et vue latérale gauche du niveau 4.....	- 230 -
Figure 142 : Vue supérieure de l'individu de sexe féminin du niveau 6.	- 230 -
Figure 143 : Vue supérieure du 9e niveau de dépôt et vue de 3/4 sud du niveau 9.	- 230 -
Figure 144 : Vue supérieure de l'ensemble des individus féminins de la tombe 18.	- 232 -
Figure 145 : Vue supérieure de l'ensemble des individus sexés de la tombe 18.....	- 232 -
Figure 146 : Tableau de répartition par genre par niveau.	- 232 -
Figure 147 : Tableau de répartition de la position des mains.....	- 234 -
Figure 148 : A gauche, individu 41 (niveau 7), les mains sous le bassin, à droite, individu 36 (niveau 8), les mains sur le bassin.....	- 234 -
Figure 149 : Vue supérieure du dépôt A.	- 234 -
Figure 150 : Exemple d'orientation ouest-est (niveau 1, vue supérieure) et exemple d'une orientation nord-sud (niveau 7, vue supérieure).....	- 236 -
Figure 151 : Tableau de répartition du plâtre en fonction de l'âge.....	- 236 -
Figure 152 : Vue supérieure des individus et de l'appareil funéraire et vue supérieure des trois individus recouverts de plâtre.	- 236 -
Figure 153 : Détail du plâtre autour du crâne de l'individu 12, tombe 18.....	- 238 -
Figure 154 : Exemple d'ambre sur l'individu 3 (niveau 11), restitution et photographie (cl. Mission 2005).....	- 238 -
Figure 155 : Restitution de l'individu 57 avec sa gangue de plâtre recouverte de tissu, photographie d'une empreinte de tissu sur le plâtre et échantillon de tissu.....	- 238 -
Figure 156 : Boucles d'oreilles retrouvées au sein de la tombe 18 associées au sujet 68 et après nettoyage (cl. mission 2006).	- 240 -
Figure 157 : Vue de face des différentes passes de sédiments de la tombe 18 (X80 T18, mise au propre M.Coquerelle).	- 240 -
Figure 158 : Vue de la façade sud de la tombe 18 avec l'ensemble du dépôt de squelette soit 80 centimètres, etvue de la façade sud de la tombe 18 avec l'ensemble des individus en restitution volumique.....	- 240 -
Figure 159 : Vue de la façade sud montrant avec la restitution volumique que le plafond est atteint dès 5 niveaux de dépôts consécutifs.....	- 242 -
Figure 160 : Vue de la façade sud du niveau 7 (jaune) et du niveau 6 (bleu).	- 242 -
Figure 161 : Vue de la façade est des niveaux 9, 10 et 11.	- 244 -

Figure 162 : Vue de la façade sud ou de la façade ouest des niveaux 1 à 5 qui ne présentent pas d'effets de cuvette majeurs.	- 244 -
Figure 163 : Vue de la façade ouest des niveaux 6 à 11.	- 246 -
Figure 164 : Vue supérieure de la superposition entre les individus 56 et 57.....	- 248 -
Figure 165 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 58, 59 et 60.	- 250 -
Figure 166 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 37 et 39.	- 250 -
Figure 167 : Vue supérieure et agrandissement vue de 3/4 de l'imbrication des individus 23 et 39.	- 252 -
Figure 168 : Vue supérieure et vue de 3/4 de l'imbrication des individus 12 et 19.	- 254 -
Figure 169 : Évolution des espaces libres niveau 1 à 7.....	- 256 -
Figure 170 : Évolution des espaces libres niveau 8 à 11.....	- 258 -
Figure 171 : Superposition des différents espaces libres.	- 258 -
Figure 172 : Vue supérieure de la tombe 16.	- 260 -
Figure 173 : Vue de la façade ouest de la tombe avec l'entrée.	- 260 -
Figure 174 : Relevé de l'individu 77 et du fond de fosse. (Extrait relevé de fouille mission 2005).....	- 262 -
Figure 175 : Vue supérieure des individus 77, 78 et 80 et vues de la façade ouest de l'individu 77.....	- 262 -
Figure 176 : Vue supérieure des individus 80 et 77 recouvert d'une gangue de plâtre. ...	- 262 -
Figure 177 : Vue supérieure 2 ^e phase de dépôts, individus 73, 71, 74, 79 et 75.....	- 264 -
Figure 178 : Vue supérieure, individu 73 qui repose sur les individus 77 et 80.....	- 264 -
Figure 179 : Photographie de l'individu 73 en vue zénithale, détail des patellas en place. (Cl. mission 2006).....	- 264 -
Figure 180 : vue de la façade ouest de l'individu 71 sur l'individu 80.....	- 266 -
Figure 181 : vue supérieure de la superposition des individus 71 et 74 sur l'individu 73 et agrandissement.	- 266 -
Figure 182 : Vue supérieure de l'individu 79 sur l'individu 78 et des mêmes individus recouverts de plâtre.	- 266 -
Figure 183 : Vue latérale des individus 78 et 79 (en vert).	- 268 -
Figure 184 : Vue supérieure de l'individu 75.	- 268 -
Figure 185 : Vue de la façade ouest de l'individu 75 et des US 542 (rouge) et US 522 (rose).	- 268 -
Figure 186 : Vue supérieure des individus 77, 78, 80.....	- 270 -
Figure 187 : Espace libre interprété comme un espace de circulation au sud.....	- 270 -

Figure 188 : Vue supérieure, niveau 2.	- 272 -
Figure 189 : Vue supérieure de l'individu 70 et vue latérale de l'individu 70 (en bleu). .	- 272 -
Figure 190 : Vue supérieure de l'individu 72 sur l'individu 70, recouvert de plâtre et vue de profil.	- 272 -
Figure 191 : Vue supérieure de l'individu 76 et vue de la façade ouest de l'individu 76 recouvert de plâtre.	- 274 -
Figure 192 : Vue latérale des individus 70, 72 et 76 (en bleu).	- 274 -
Figure 193 : Vue supérieure de l'individu 68, en bleusur les individus70 et 72 et vue de la façade ouest de l'individu 68 et de l'ensemble des individus sous-jacents.	- 274 -
Figure 194 : Vue supérieure de l'individu 69 et vue de la façade ouest de l'individu 69. -	276 -
Figure 195 : Vue supérieure de la superposition des individus 76 et 69 et vue supérieure des individus 70 et 76 sous l'individu 69 (en bleu).	- 276 -
Figure 196 : Vue supérieure de l'individu 65 et vue de la façade ouest de l'individu 65 et vue supérieure des individus 65 et 68.	- 276 -
Figure 197 : Vue supérieure de l'individu 67 recouvert de plâtre (en transparence) et vue de la façade ouest.	- 278 -
Figure 198 : Vue supérieure de l'individu 67 sur l'individu 69.	- 278 -
Figure 199 : Vue supérieure de l'individu 64 et vue de la façade ouest de l'individu 64, vue supérieure sur les individus 65 et 67.	- 278 -
Figure 200 : Vue supérieure de l'individu 66 et vue de la façade ouest des individus 66, 76 et du niveau 1.	- 280 -
Figure 201 : Vue de la façade sud des deux premiers niveaux de dépôts et des passes de sédiments dont US 542 (rouge) et US 522 (rose).	- 280 -
Figure 202 : Niveau 2, étape a et b.	- 282 -
Figure 203 : Vue supérieure et de profil (ouest) des individus d'ouest en est 52, 62 et 56, niveau 3.	- 282 -
Figure 204 : Vue supérieure des individus 58, 63, 61, 51, 60 et 57 sans et avec l'appareil funéraire.	- 284 -
Figure 205 : Vue supérieure de la superposition de l'individu 58 sur 56 et 63 sur 58 et 56	- 284 -
Figure 206 : Vue de la façade ouest de l'individu 61.	- 286 -
Figure 207 : Vue de la façade ouest de l'individu 51 et vue supérieure de l'individu 51 sur les individus 61 et 52.	- 286 -
Figure 208 : Vue de la façade ouest de l'individu 60 et vue supérieure de la superposition de l'individu 60 sur les individus 52 et 62.	- 286 -

Figure 209 : Vue de la façade ouest de l'individu 57 et vue supérieure de la superposition des individus 57, 62 et 52 et de l'imbrication avec l'individu 60.....	- 288 -
Figure 210 : Vue supérieure des individus 53 et 55 et avec leur appareil funéraire.	- 288 -
Figure 211 : Vue de la façade ouest de la position de l'individu 53 et vue supérieure des superpositions de l'individu 53 avec 51, 57, 63.....	- 288 -
Figure 212 : Vue de la façade ouest de l'individu 55 et vue supérieure des superpositions avec 53 et 63.....	- 290 -
Figure 213 : Vue supérieure des trois groupes de dépôt de la quatrième et dernière étape du niveau 3.	- 290 -
Figure 214 : Vue de la façade ouest de l'individu 46 et 47 et vue supérieure de l'individu 46, 47 sur le 55.....	- 290 -
Figure 215 : Vue de la façade ouest de l'individu 42 et vue supérieure de l'individu 42 sur le 46.....	- 292 -
Figure 216 : vue de la façade ouest de l'individu 54 et vue supérieure de l'individu 54 sur l'individu 55.....	- 292 -
Figure 217 : Vue de la façade ouest de l'individu 50 et vue supérieure de l'individu 50 (en vert) sur le 54 et le 55.....	- 292 -
Figure 218 : Vue de la façade ouest de l'individu 48 et vue supérieure de l'individu 48 sur le 50, vue de profil du sujet 47 et vue supérieure de l'individu 44 sur les sujets 47 et 48....	- 294 -
Figure 219 : Vue de la façade ouest de l'individu 49 et vue supérieure de l'individu 49 sur le 54 et le 57.....	- 294 -
Figure 220 : Vue de la façade ouest de l'individu 45 et vue supérieure de l'individu 45 sur le 49.....	- 296 -
Figure 221 : Vue de la façade ouest de l'individu 41 et vue supérieure de l'individu 41 sur le 42 et le 46.....	- 296 -
Figure 222 : Niveau 3, étape a.....	- 296 -
Figure 223 : Niveau 3, étape b et c.....	- 298 -
Figure 224 : Niveau 3, étape d et e.....	- 298 -
Figure 225 : Vue supérieure du niveau 4, de l'ensemble des individus avec leur appareil funéraire respectif et les trois temps de dépôts identifiés au sein de celui-ci.....	- 300 -
Figure 226 : Vue de la façade ouest de l'individu 40, 43 et 39, vue supérieure des trois sujets.	- 300 -
Figure 227 : Vue de la façade ouest de l'individu 38 et vue supérieure de l'individu 38 sur le 39 et le 43.....	- 302 -
Figure 228 : Vue de la façade ouest de l'individu 34 et vue supérieure de l'individu 34 sur le 39, 38, 33 et 40.....	- 302 -

Figure 229 : Vue de la façade ouest de l'individu 37 et vue supérieure de l'individu 37 sur le 34.....	- 302 -
Figure 230 : Vue de la façade ouest de l'individu 31 et vue supérieure de l'individu 31 sur le 34 et juxtaposé à l'individu 30.....	- 304 -
Figure 231 : Vue de la façade ouest de l'individu 30 et vue supérieure de l'individu 30 sur le 34 et le 37.....	- 304 -
Figure 232 : Vue de la façade ouest de l'individu 36 et vue supérieure de l'individu 36 sur le 34 et le 37.....	- 304 -
Figure 233 : Vue de la façade ouest de l'individu 33 et vue supérieure de l'individu 33 sur l'individu 40.....	- 306 -
Figure 234 : Vue de la façade ouest de l'individu 32 et vue supérieure de l'individu 32 sur le 33.....	- 306 -
Figure 235 : Vue supérieure niveau 4, étape a, b et c.....	- 308 -
Figure 236 : Vue supérieure du niveau 5 sans et avec l'appareil funéraire.....	- 310 -
Figure 237 : Vue de la façade ouest, vue du nord-ouest et vue supérieure de l'individu 27.....	- 310 -
Figure 238 : Vue de la façade ouest de l'individu 26 et vue supérieure de la superposition de l'individu 26 sur le 27.....	- 312 -
Figure 239 : Vue de la façade ouest de l'individu 25 et vue supérieure de la superposition de l'individu 25 sur 26 et le 27.....	- 312 -
Figure 240 : Vue de la façade ouest de l'individu 24 et vue supérieure de la superposition de l'individu 24 sur le 25, le 26 et le 27.....	- 312 -
Figure 241 : Vue de la façade ouest de l'individu 23 et vue supérieure de l'individu 23 sur le 24.....	- 314 -
Figure 242 : Vue de la façade ouest de l'individu 28 et vue supérieure de l'individu 28 sur le 27 et le 25.....	- 314 -
Figure 243 : Vue supérieure en filaire du niveau 5.....	- 316 -
Figure 244 : Vue nord et ouest du niveau 5.....	- 316 -
Figure 245 : Vues supérieures du niveau 6.....	- 318 -
Figure 246 : Vue de la façade ouest des individus 21 (en haut) et 20 (en bas) et vue supérieure de leur superposition.....	- 318 -
Figure 247 : Vue de la façade ouest de l'individu 22 et vue supérieure de l'individu 22 sur le 20.....	- 318 -
Figure 248 : Vue de la façade ouest de l'individu 18 et vue supérieure de l'individu 18 sur l'individu 21.....	- 320 -
Figure 249 : Vue supérieure du niveau 7 sans et avec appareil funéraire.....	- 322 -

Figure 250 : Vue de la façade ouest de l'individu 16 et vue de la façade nord de l'individu 16 et de l'US 259/261 en vert clair.	- 322 -
Figure 251 : Vue de la façade ouest de l'individu 15 et vue supérieure de l'individu 15 sur le 16.	- 322 -
Figure 252 : Vue de la façade ouest de l'individu 12 et vue supérieure de l'individu 12 sur le 15.	- 322 -
Figure 253 : Vue de la façade ouest de l'individu 17 et vue supérieure de l'individu 17 et de l'individu 15.	- 324 -
Figure 254 : Vue de la façade ouest de l'individu 9 et vue supérieure de l'individu 9 sur le 17	- 324 -
Figure 255 : Vue de la façade ouest de l'individu 4 et vue supérieure de l'individu 4 sur le 17.	- 324 -
Figure 256 : Vue de la façade ouest de l'individu 14 et vue supérieure de l'individu 14 sur les individus 16, 15, 12, 17 et 9.	- 326 -
Figure 257 : Vue de la façade ouest de l'individu 13 et vue supérieure de l'individu 13 sur le 14 et le 4.	- 326 -
Figure 258 : Vue de la façade ouest de l'individu 11 et vue supérieure de l'individu 11 sur le 13, 4, 15 et le 14.	- 326 -
Figure 259 : Vue supérieure des trois étapes de dépôt du niveau 7.	- 328 -
Figure 260 : Vues supérieures du niveau 8 sans et avec appareil funéraire.	- 330 -
Figure 261 : Vues de la façade ouest de l'individu 10, 3 et 1, vue supérieures : sujet 10, sujet 3 sur le 10 et sujet 1 sur le 10 et le 3, vue filaire du niveau 8.	- 330 -
Figure 262: Vues supérieures du niveau de dépôt 9.	- 332 -
Figure 263 : Vue de la façade nord de l'individu 5 et vue supérieure des individus 7 et 5	- 332 -
Figure 264 : Vue de la façade ouest de l'individu 2 et vue supérieure de l'individu 2 sur les individus 5 et 7.	- 334 -
Figure 265 : Vue de la façade ouest de l'individu 8 et vue supérieure de l'individu 8 avec les individus 5 et 2.	- 334 -
Figure 266 : Vue de la façade ouest de l'individu 6 et vue supérieure de l'individu 6.	- 334 -
Figure 267 : Vue de la façade sud, du niveau 9 dans et sur la passe de sédiment US 156, en bleu).	- 336 -
Figure 268 : Répartition des immatures par niveau de dépôt.	- 338 -
Figure 269 : Vue supérieure du niveau 1 et des sujets immatures 74, 71 et 80 sur l'adulte 73	- 338 -
Figure 270 : Vue supérieure du sujet immature 64.	- 340 -

Figure 271 : Vue ¾ supérieure de la façade sud du niveau 3.....	- 340 -
Figure 272 : Vues supérieures des niveaux 4 et 5.....	- 340 -
Figure 273 : Vue supérieure du sujet immature 5 du niveau 9.	- 342 -
Figure 274 : Diagramme de répartition de la présence de plâtre en fonction de l'âge.	- 342 -
Figure 275 : Vues supérieures des individus 38 et 43 de sexe féminin du niveau 4.....	- 344 -
Figure 276 : Vue de 3/4 des individus 38 et 43 (rose) et 31.	- 344 -
Figure 277 : Vue supérieure du niveau 7 (à droite) et du niveau 9 (à gauche).	- 344 -
Figure 278 : Vues de la façade ouest de la tombe et des dépôts et vue de la façade nord de la tombe et des dépôts.	- 346 -
Figure 279 : Diagramme de répartition des positions par niveau de dépôt.....	- 346 -
Figure 280 : Vues supérieures des individus 10, 28 et 74.....	- 346 -
Figure 281 : Vue du niveau 5 mis en couleur par individu.....	- 346 -
Figure 282 : Diagramme de répartition de la position des mains des individus de la tombe 16	- 348 -
Figure 283 : Diagramme de répartition des différents éléments de l'appareil funéraire, tombe 16.....	- 348 -
Figure 284 : Vue supérieure de l'individu 15.	- 348 -
Figure 285 : Diagramme de répartition du plâtre selon les régions anatomiques.	- 350 -
Figure 286 : Vue de ¾ sud-est de la tombe 16 et de l'appareil funéraire.	- 350 -
Figure 287 : Vue supérieure du niveau 1 avec appareil funéraire.....	- 350 -
Figure 288 : Vue de la façade sud et vue de dessus de la tombe 16.	- 352 -
Figure 289 : Vue de la façade est de l'ensemble des corps en volume et vue avec les niveaux 1 à 6 et l'ouverture de la tombe avec les corps en volume.	- 352 -
Figure 290 : Vue de la façade est des individus 54 (niveau 3) et 18 (niveau 6).	- 354 -
Figure 291 : Vue de la façade ouest des niveaux 1 à 6 et des niveaux 7 à 9.....	- 354 -
Figure 292 : Vue supérieure de l'imbrication de l'individu 69, 72 et 76, agrandissement de l'imbrication entre 69 et 72 et entre 69 et 76.	- 356 -
Figure 293 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 57 et 62 et agrandissement du fémur de l'individu 57 à travers l'ilium de l'individu 62.	- 356 -
Figure 294 : Vue supérieure de l'imbrication entre l'individu 56 et l'individu 53 et agrandissement du tibia gauche de l'individu 53 sur et à travers l'humérus gauche de l'individu 56.....	- 358 -
Figure 295 : Vue supérieure de l'imbrication entre l'individu 41 (gris) et l'individu 46 (bleu) et agrandissement l'imbrication de la colonne vertébrale de l'individu 41.	- 358 -
Figure 296 : Vue supérieure des imbrications entre les individus 54 et 48, 51 et 57, vue de la façade ouest de l'individu 54; agrandissements des différentes imbrications.	- 360 -

Figure 297 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 50 (vert) et 51 (vert clair).	- 362 -
Figure 298 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 43 (vert) et 38 (bleu clair) et 39 (bleu foncé).	- 362 -
Figure 299 : Vue supérieure des individus 37 (bleu clair) et 39 (bleu foncé).....	- 364 -
Figure 300 : Vue supérieure de l'imbrication des individus 34, 38, 39 et 40.....	- 364 -
Figure 301 : Espaces libres niveau 1 et 2.	- 366 -
Figure 302 : Espaces libres niveau 3, étape a à e.	- 368 -
Figure 303 : Espaces libres niveau 4 et 5.	- 368 -
Figure 304 : Espaces libre niveau 6 à 8 et niveau 9.	- 370 -
Figure 305 : Évolution des espaces libres du niveau 1 au niveau 9, l'espace sud est privilégié pour la circulation.....	- 370 -
Figure 306 : Vue supérieure des individus féminins et masculins, tombe 18 et 16.	- 372 -
Figure 307 : Diagramme de répartition des individus selon le sexe.	- 374 -
Figure 308 : Diagramme de répartition des immatures par niveau de dépôts, T18 (en haut), T 16 (en bas).	- 374 -
Figure 309 : Diagramme de répartition selon l'âge du plâtre dans les tombes 16 et 18. ...	- 376 -
Figure 310 : Diagramme de répartition du plâtre, T18 (en haut), T16 (en bas).	- 376 -
Figure 311 : Position des mains pour les tombes 16 et 18.	- 380 -
Figure 312 : Diagramme de répartition des positions par niveau, T16.	- 380 -
Figure 313 : Diagramme de répartition de la position des individus, T18.....	- 380 -
Figure 314 : Exemple d'imbrication, tombe 18 niveau 7, tombe 16 niveau 4.....	- 382 -
Figure 315 : Restitution volumique des corps déposés, T 16 et T 18.	- 384 -
Figure 316 : Vue de la façade ouest des niveaux de dépôts de la tombe 16 texturée.	- 386 -
Figure 317 : Vue supérieure, vue de la façade nord, vue 3/4 supérieure est, niveau 1 tombe 16.	- 388 -
Figure 318 : Vue de la façade est de l'individu 32, niveau 4.	- 388 -
Figure 319 : Restitution du remplissage de la tombe, squelette et corps en volume, tombe 16.	- 390 -
Figure 320 : Sujet A : relevé terrain, vue supérieure, vue de la façade est, restitution volumique.....	- 390 -
Figure 321 : Restitution volumique du niveau 3 de la tombe 16 comportant 21 individus, adultes de sexe indéterminé, immature, grands-adolescents/adultes.	- 392 -
Figure 322 : Restitution volumique, T18.	- 392 -
Figure 323 : Visualisation conjointe des deux tombes, niveau 1.	- 394 -
Figure 324 : Visualisation conjointe des deux tombes et de la catacombe.	- 394 -

Figure 325 : Définition de la constitution d'une scène numérique 3D (cf. <i>supra</i> II.1.1.2).	- 406 -
Figure 326 : Protocole de la phase d'acquisition des données, sépulture non encore fouillée.	- 408 -
Figure 327 : Protocole de la phase d'acquisition des données, sépulture fouillée.....	- 412 -
Figure 328 : Récapitulatif des informations indispensables à la modélisation des vestiges osseux.....	- 414 -
Figure 329 : Processus de modélisation	- 416 -
Figure 330 : Récapitulatif des informations indispensables à la modélisation de l'espace funéraire.	- 418 -
Figure 331 : Couple d'images pour la restitution de l'espace funéraire conservé, tombe 16.	- 418 -
Figure 332 : Modèle numérique de l'espace funéraire, tombe 16.....	- 418 -
Figure 333 : Conditions préalable à la modélisation d'une sépulture multiple.....	- 420 -
Figure 334 : Démontage 5, photographie et relevé, tombe 18	- 424 -
Figure 335 : Proposition de fiche d'enregistrement (d'après les fiches de démontage (Courtaud 1996 : 161) et les fiches d'enregistrement de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin).....	- 428 -
Figure 336 : Exemple de coupe cumulative, tombe 16.....	- 430 -
Figure 337 : Tableau récapitulatif des écarts entre la prise de coordonnées manuscrite et le relevé sur 48 mesures pour la tombe X 83.	- 432 -
Figure 338 : Graphe de répartition des erreurs, selon les axes X et Y, tombe X83.	- 432 -
Figure 339 : Graphe de répartition des erreurs, selon les axes X et Y, tombe X83.	- 432 -
Figure 340 : Imbrication mise en évidence d'après le modèle mais non confirmée par les données archéologiques, tombe 18, niveau 7.....	- 434 -
Figure 341 : Vue supérieure de l'imbrication entre les individus 50 (vert) et 51 (vert clair).	- 438 -
Figure 342 : Exemples de modèles des squelettes, l'un issu d'un logiciel de vulgarisation médicale l'autre à destination des jeux vidéo. (Source : Bonelab, banque d'images 123RD)	- 440 -
Figure 343 : Exemple des choix à opérer préalablement à la constitution d'un modèle de squelette numérique de référence.....	- 442 -
Figure 344 : Exemple d'application de calcul mécanique par la méthode des éléments finis sur une mandibule (Sandor <i>et al.</i> 2010 : 4).	- 444 -
Figure 345 : Comparaison des niveaux 1 de dépôts, tombe 16, tombe 18.....	- 446 -
Figure 346 : Restitution anthropomorphe bidimensionnelle (Issoudun, Blanchard <i>et al.</i> 2011, vol.2) et tridimensionnelle (Sts Pierre-et-Marcellin).	- 446 -

Liste des Annexes

Annexe 1 : Base de données simplifiée T16 (individus 1 à 40).....	- 476 -
Annexe 2 : Base de données simplifiée T16 (individus 41 à 80).....	- 477 -
Annexe 3 : Base de données simplifiée T18 (individus 1 à 40).....	- 474 -
Annexe 4 : Base de données simplifiée T18 (individus 41 à 80).....	- 475 -
Annexe 5 : Diagramme stratigraphique de la tombe 16 (mise au propre Ph. Blanchard).	- 481 -
Annexe 6 : Diagramme stratigraphique de la tombe 18 (mise au propre Ph. Blanchard).	- 479 -
-	
Annexe 7 : Données pour le test de Khi-deux, tombe 18.....	- 482 -
Annexe 8 : Données pour le test de Khi-deux, tombe 16.....	- 482 -
Annexe 9 : Données pour l'estimation de la stature, tombe 18.....	- 483 -
Annexe 10 : Données pour l'estimation de la stature tombe 16.....	- 485 -
Annexe 11 : Protocole d'acquisition et de modélisation (Fouilles réalisées et inédites)...	- 487 -