Archéologie funéraire et taphonomie du cadavre

Henri Duday

UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux
henri.duday@u-bordeaux.fr

D'un point de vue théorique, on peut raisonnablement penser que les modifications taphonomiques affectant le squelette humain ne doivent guère différer de celles qui peuvent être décrites pour les autres espèces de mammifères, surtout si l'on s'en tient à une acception restrictive de la taphonomie limitée aux processus post-dépositionnels (*cf. infra*). Dans leur composition chimique et leur structure histologique, les os humains sont en effet comparables à ceux des autres vertébrés, même si la densité de leur structure minérale est en général un peu plus faible. Il en va de même pour ce qui concerne l'étude des traces d'actions humaines intentionnelles que l'on peut observer sur les os humains ; certes, les motivations en sont souvent plus complexes et diversifiées puisque le dépeçage du cadavre, la découpe et le prélèvement des chairs, les entailles, incisions, enfoncements… peuvent selon les contextes historiques et culturels révéler des pratiques anthropophages, des traumatismes, des lésions de combat, des gestes chirurgicaux (amputations, trépanations), des nécropsies mais aussi de véritables traitements funéraires. Cependant, quelles qu'en aient été les motivations, les traces en elles mêmes sont globalement de même nature, ce sont les interprétations qui diffèrent [1]. Les modifications liées à l'exposition des restes humains aux variations brutales d'hygrométrie ou de température (érosions ou desquamations superficielles, éclatement de l'émail dentaire) s'inscrivent elles aussi dans des processus généraux qui ont été décrits sous le nom de *weathering*, ou d'intempérisation [2], ils ne sont pas spécifiques aux restes humains. Nous renverrons donc le lecteur au chapitre traitant de la taphonomie archéozoologique pour la description d'un certain nombre de mécanismes généraux d'altération, de conservation ou de « préparation ».

En revanche, la taphonomie occupe une place originale et sans cesse croissante dans les développements méthodologiques et conceptuels qu'a connus l'étude des sépultures au

1. Pour une révision générale de ces questions, voir par exemple les travaux de B. Boulestin [1].

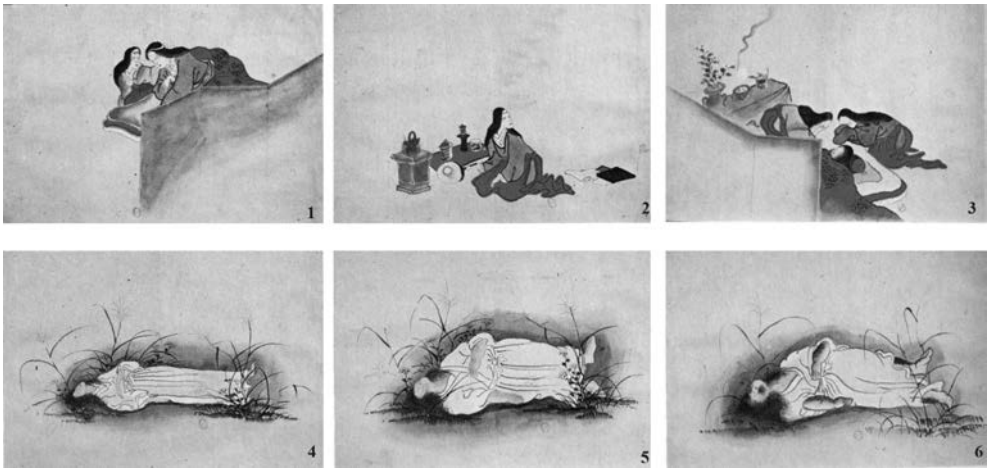


Figure 1 – Les six premières vignettes d'une estampe japonaise du XIX^{e} siècle. Commentaire dans le texte.

cours des dernières décennies [3] ; c'est donc sur ces aspects très particuliers, encore assez méconnus de ceux qui n'œuvrent pas dans l'archéologie de la Mort, que je voudrais focaliser cette contribution.

1 Introduction

1.1 La taphonomie du cadavre

Pour comprendre et interpréter une sépulture, il faut toujours se rappeler qu'avant de devenir un squelette, le mort a été un cadavre et que le passage de celui-ci à celui-là résulte d'un ensemble de processus complexes qui dépendent de multiples facteurs. Pour illustrer cette évidence, nous commencerons par commenter une aquarelle japonaise du XIX^{e} siècle formée de douze vignettes qui illustrent les temps successifs de la décomposition (Figures 1 et 2) ; il est manifeste que l'artiste a fidèlement reproduit, avec une exactitude étonnante, une succession d'états qu'il a effectivement et directement observés.

La première image représente la phase antérieure au décès : aidée par une servante, une femme se couche sur un lit en partie masqué par un paravent (vignette 1) ; sur l'image suivante (vignette 2), une autre servante ou parente semble alertée par quelque chose et effectivement, on la retrouve ensuite, avec l'autre servante, auprès de la femme désormais décédée (vignette 3) ; toutes deux semblent veiller la défunte et procèdent au traitement pré-sépulcral du cadavre, pendant qu'un brûle-parfum fume sur une table.

L'image suivante représente le dépôt funéraire proprement dit (vignette 4) : le cadavre a été déposé dans un espace ouvert, comme en témoigne la présence de végétation dont l'évolution d'une image à l'autre illustrera par la suite le temps qui passe, la succession des saisons. Le corps est couché sur le dos, vêtu d'une tunique blanche,

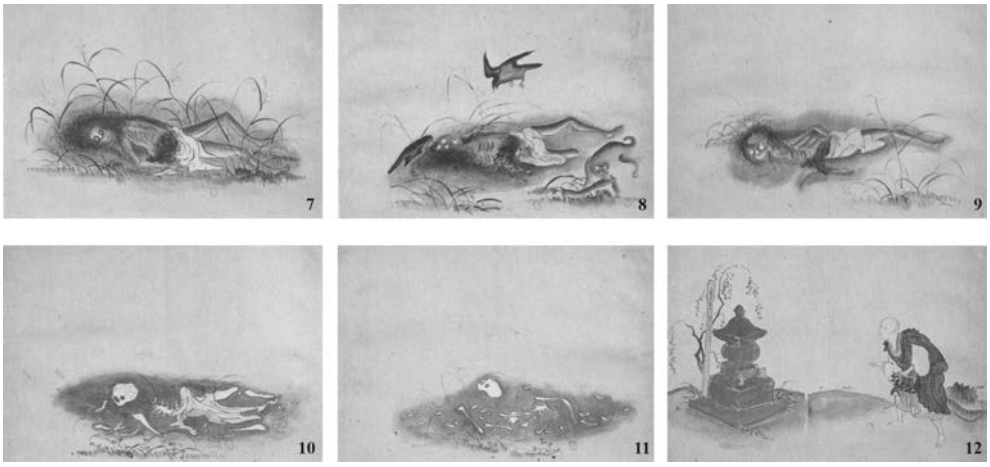


Figure 2 – Les six vignettes suivantes de la même estampe. Légende dans le texte.

la main droite en dehors de la hanche droite et l'avant-bras gauche ramené en avant du thorax.

Commence alors la décomposition. Ce processus débute en fait dès l'instant de la mort, parfois même avant lorsque la gangrène affecte certaines parties du corps (le terme de nécrose traduit de manière très explicite l'idée de mort prématurée d'une portion de l'organisme). La destruction des tissus organiques s'opère sous l'action de facteurs que l'on peut subdiviser en deux grandes catégories : les facteurs endogènes, qui dès l'origine se trouvent à l'intérieur du cadavre, et les facteurs exogènes qui sont extérieurs à celui-ci.

Les facteurs endogènes sont principalement les bactéries présentes à l'intérieur des cavités naturelles et surtout du tube digestif, plus accessoirement certains champignons microscopiques. Durant la vie, le corps contrôle les populations de ces microorganismes indispensables à l'absorption des aliments, mais après la mort, ceux-ci vont proliférer aux dépens du cadavre. Il en résulte une production de gaz, de sorte que le corps gonfle, augmente de volume (vignette 5), alors que certaines parties du corps se teintent de brun ou de gris violacé (lividités cadavériques – vignette 6). Dans un espace ouvert, si la température ambiante est suffisamment élevée, les gaz peuvent même causer une effraction de la paroi abdominale (vignette 7) ; ce phénomène, évidemment impossible lorsque le corps a été inhumé en pleine terre, peut modifier la position du sujet, tout particulièrement des membres : l'avant-bras et la main gauches qui reposaient initialement sur le thorax, ont ainsi basculé sur le côté, le long du corps. On comprend donc que la position du squelette observée à la fouille peut être différente de celle qu'avait le cadavre lorsque le dépôt funéraire a été constitué. Dans le même temps, les éléments organiques de l'appareil funéraire, par exemple le vêtement, sont eux aussi affectés par les processus de décomposition.

La vignette suivante (8) montre **l'intervention des agents exogènes** : des oiseaux appartenant probablement à la famille des Corvidés, dont l'un picore le contenu des

orbites [2], et un chien qui emporte une partie du membre inférieur droit de la défunte ; l'image 9 montre effectivement un corps en partie décharné auquel manquent la jambe et le pied droits (qui se trouvent sur le sol, là où le chien qui a probablement été chassé les a abandonnés). Pour ces animaux, les possibilités d'accès au corps dépendent de l'architecture de la tombe : dans les sépultures chrétiennes de l'Europe moderne et contemporaine, les animaux susceptibles d'intervenir sont de petite taille parce que les corps sont placés à l'intérieur de caveaux ou dans des cercueils enfouis sous la terre ; d'autres types de sépultures sont en revanche plus accessibles à des animaux non fouisseurs. Reconnaître l'intervention de tel ou tel animal nous renseigne sur le caractère plus ou moins hermétique de la tombe et donc, de manière indirecte mais tout à fait pertinente, sur son architecture.

Le sujet apparaît ensuite réduit à l'état d'os secs, avec encore une petite partie du thorax en connexion et quelques lambeaux de tissu qui subsistent au niveau du bassin (vignette 10). Tout autour des restes osseux, la surface du sol a pris une coloration très sombre : cette modification est sans nul doute liée au travail des lombrics attirés par l'enrichissement du sol en matières organiques contenues dans les sucs de décomposition. À la fin, il ne subsiste plus que des os disloqués (vignette 11).

La dernière image (vignette 12) est relative aux éléments de signalisation de la tombe et aux cultes du souvenir : on y voit un monument commémoratif, une stèle verticale avec une inscription et un arbre dont l'essence même est chargée de symbole (ici un saule pleureur) ; sur la droite, un homme se recueille et apporte diverses offrandes.

Dans cette succession d'images, les moments les plus intéressants pour l'archéologue sont naturellement ceux qui sont chargés d'une signification sociétale et/ou culturelle. En premier lieu, nous retiendrons l'image 3 qui nous conduit à nous interroger sur la cause du décès et sur le traitement pré-sépulcral du cadavre : d'une manière générale, c'est l'analyse des restes osseux en laboratoire qui peut éventuellement apporter des réponses à ces questions. En ce qui concerne la vignette 12, l'analyse se fondera sur l'observation directe des vestiges qui subsistent des structures de signalisation de la tombe et des cérémonies commémoratives (libations, repas funéraires…) : base des monuments, épitaphes, vestiges céramiques, ossements d'animaux ou restes végétaux, qu'il s'agisse de macro-restes carbonisés ou de pollens [3]. Et surtout, l'archéologie funéraire vise à restituer les caractéristiques originelles du dépôt (vignette 4) ; pour ce faire, nous disposons seulement du relevé des restes osseux tels qu'ils reposaient dans le sol (vignette 11) et tels qu'ils sont apparus à la fouille ; le seul moyen pour passer de l'image enregistrée sur le terrain à l'agencement initial de la sépulture consiste à remonter *a contrario* les étapes consécutives du processus de décomposition, et c'est bien là que réside le pari presque insensé de notre démarche. Dans une telle perspective, l'archéologue devra donc non seulement savoir observer les relations réciproques entre les vestiges osseux (formation à l'anatomie des os et des articulations), mais il devra aussi avoir une connaissance approfondie des phénomènes de dégradation organique du cadavre.

2. [1] On pensera à François Villon évoquant les pies et les corbeaux qui « cavent les yeux » des défunts dans *La Ballade des pendus*.

3. Il faut espérer que dans les siècles à venir, les palynologues sauront détecter le rôle très particulier que jouent les chrysanthèmes dans nos cimetières.

On perçoit ici l'importance que revêt la taphonomie. Ce terme, désormais d'un usage courant dans la littérature archéologique, désignait initialement les modalités de conservation – ou d'altération – des éléments organiques après leur enfouissement dans le sol [4] ; certains auteurs l'ont étendu à des vestiges de nature non biologique (minéraux transformés par l'homme, tels les outils de silex, la céramique, les métaux...), ou même aux sites archéologiques (destruction différentielle de l'information en fonction de l'histoire des occupations ou des événements géomorphologiques ultérieurs) ; d'autres ont également inclus dans la définition des modifications concernant la phase qui précède le dépôt, par exemple en archéozoologie les traces qui témoignent de la découpe ou de la préparation de l'animal, parfois même de la manière dont il a été mis à mort. En ce qui concerne la taphonomie appliquée aux sépultures humaines, un tel élargissement du champ sémantique n'aurait guère de sens : la phase pré-dépositionnelle correspond précisément à l'objectif global des recherches (le traitement pré-sépulcral du corps et l'ensemble des pratiques mortuaires) et l'étude des causes de la mort relève de la paléopathologie. Les intégrer dans le concept de taphonomie ôterait à ce mot toute utilité dans notre approche puisqu'il désignerait d'une manière globale tout ce qui, dans l'archéologie funéraire, a trait au corps du défunt : un terme à l'acception trop générale ne nous est pas d'une grande utilité, si ce n'est dans la classification des sciences. C'est pour toutes ces raisons que l'archéologie de la Mort tend à donner au mot taphonomie un sens plus conforme à son étymologie, laquelle découle d'une référence métaphorique au monde funéraire (du grec *τάφοσ*, « tombe », et *νομόσ*, « coutume ») : il s'agira pour nous d'analyser l'ensemble des processus qui ont affecté la tombe depuis sa constitution et tout particulièrement le cadavre depuis son dépôt, qu'il s'agisse de la plus ou moins bonne préservation des pièces squelettiques mais aussi de leur agencement réciproque [5]. De fait, la taphonomie du cadavre – plutôt que du squelette – constitue aujourd'hui l'une des voies fondamentales de l'archéologie funéraire. Notre pratique s'apparente par de nombreux aspects à celle de la médecine légale ou plus exactement de la *Forensic Anthropology*.

Pour aller plus loin dans cette réflexion sémantique et avant d'exposer la manière dont la taphonomie contribue d'une manière souvent déterminante à la restitution des gestes et dispositifs funéraires, il est nécessaire de définir certains termes concernant la diversité des gisements et des traitements dont les corps ont été l'objet.

1.2 Les différents types de traitement funéraire, de tombes et d'ensembles sépulcraux

1.2.1 Sépultures individuelles et ensembles funéraires

La première distinction concerne le nombre des défunts. La **sépulture individuelle** se définit comme une sépulture qui contient les restes d'un seul individu, contrairement à l'**ensemble funéraire** qui, lui, contient les restes d'un nombre plus ou moins important de défunts.

4. Dans son article fondateur, Efremov fait explicitement référence d'une part à des êtres vivants (« biosphère »), et d'autre part au monde minéral (« lithosphère »).

5. Nous verrons cependant plus loin qu'il sera dans certains cas nécessaire d'étendre cette acception à une partie de la phase pré-sépulcrale.

Parmi les ensembles funéraires, on distinguera ceux qui sont formés par la juxtaposition de sépultures (individuelles dans les cas les plus simples), chacune possédant sa propre structure architecturale (au moins une fosse) : on désigne cette juxtaposition de tombes par les termes de **cimetière** ou de **nécropole**[6]. Dans les cimetières et nécropoles, chaque mort[7] dispose donc de sa propre structure et ces structures sont associées en un ensemble plus ou moins organisé.

À l'inverse, il existe des ensembles funéraires dans lesquels les restes de plusieurs défunts sont rassemblés dans un contenant architectural unique (un abri naturel ou une grotte, un hypogée, un monument mégalithique, une chambre bâtie...). Pour les désigner, J. Leclerc et J. Tarrête [4] ont proposé le terme de **sépultures « plurielles »**, parmi lesquelles il faut distinguer deux types en fonction de la chronologie relative des dépositions. Selon ces auteurs, on parlera de **sépulture multiple** lorsque les corps ont été apportés en un même temps ou dans un temps très bref (dépôt simultané de plusieurs individus) ; ces tombes très particulières témoignent d'événements dramatiques qui ont engendré une crise brutale de mortalité (guerre, massacre, épidémie, épisode de famine, accident collectif ou catastrophe naturelle, par exemple une inondation ou un raz-de-marée...) ; c'est pourquoi on les a parfois désignées par le terme de sépultures « de catastrophe[8] ». La forme *a minima* de la sépulture multiple est constituée par la sépulture double (ou triple), formule qui doit être réservée à une tombe dans laquelle les cadavres de deux (ou trois) sujets ont été déposés en même temps. À l'inverse, on parlera de **sépulture collective** lorsque les dépositions ont été échelonnées dans le temps ; la structure présente alors en général un dispositif qui permet la fermeture et la réouverture de la chambre funéraire, de telle manière qu'il soit possible d'y introduire les corps au fur et à mesure que surviennent les décès.

Si l'expression « sépulture individuelle » est communément admise, les autres catégories ne bénéficient pas d'une désignation qui soit unanimement acceptée (et comprise) par l'ensemble des communautés d'archéologues et d'historiens : il est donc nécessaire que nous définissions ces termes avec précision lorsque nous sommes amenés à les utiliser dans nos publications.

1.2.2 Sépultures primaires et secondaires

La **sépulture primaire** résulte de ce que les ethnologues et sociologues de la mort ont appelé des « funérailles simples » : il y a un temps unique de funérailles (celles-ci pouvant se définir comme une cérémonie durant laquelle les restes du défunt sont manipulés) qui aboutit au dépôt du corps (ou, exceptionnellement, d'une partie du corps), encore pourvu de son intégrité anatomique, dans ce qui est appelé à devenir la tombe définitive. La décomposition du cadavre se déroule donc à l'intérieur de celle-ci. À l'inverse, les **sépultures secondaires** correspondent à ce que l'on appelle les « doubles funérailles » : dans un premier temps, le cadavre, en tant que structure

6. L'étymologie de ce terme est évidemment grecque (« la ville des morts »), mais son usage ne remonte pas à l'Antiquité : seul Strabon l'a employé pour désigner l'un des cimetières d'Alexandrie, en raison de son étendue et de l'importance de ses architectures qui évoquaient une véritable cité. C'est seulement à la suite des campagnes napoléoniennes en Égypte que les historiens et les archéologues l'ont vulgarisé.

7. Bien sûr, il existe des cas plus complexes où les unités architecturales (ou certaines d'entre elles) contiennent les restes de plusieurs sujets.

8. On se reportera à la contribution de D. Castex *et al.* dans cet ouvrage.

organique putrescible, est placé dans un lieu de dépôt transitoire où il va se décomposer [9] ; après un temps suffisamment long pour que le défunt soit passé de l'état d'un cadavre organique à celui d'un squelette « minéral », celui-ci (en totalité ou en partie seulement) est récupéré et transféré dans ce qui sera la tombe définitive. À la sépulture secondaire correspondent donc deux états du défunt (le cadavre, puis les restes osseux) et corrélativement deux temps de funérailles, mais aussi le plus souvent deux lieux distincts : ce n'est pas dans la sépulture définitive que s'est opérée la décomposition du corps, de sorte que l'on n'y observera pas les phénomènes de diagenèse induits par les produits organiques qui en sont issus.

En réalité, il faut distinguer deux niveaux dans la discussion [5]. Le premier concerne la démonstration du caractère primaire ou secondaire du dépôt, ce terme étant pris dans un sens neutre qui n'implique pas nécessairement une action anthropique (on parle couramment d'un dépôt sédimentaire, ou d'un dépôt alluvial) : il s'agira de montrer que lorsqu'il est arrivée dans le lieu où ses restes sont découverts, le sujet était à l'état de cadavre (dépôt primaire) ou d'os disloqués (dépôt secondaire). Le second niveau vise à démontrer que ce dépôt s'inscrit dans le temps funéraire, c'est-à-dire que l'on se trouve effectivement en présence d'une sépulture ; celle-ci sera alors définie comme étant soit primaire, soit secondaire. Dans ce dernier cas, il est donc nécessaire de prouver que la manipulation des os secs était préprogrammée, c'est-à-dire qu'elle était prévue dès l'étape initiale du traitement du corps ; cette notion de pré-programmation est indispensable à la définition d'une sépulture secondaire, car c'est précisément ce qui la distingue des interventions plus ou moins tardives sur des os libérés par la décomposition, par exemple dans les cas de réduction intervenant très longtemps (souvent plusieurs siècles) après la déposition du corps [10].

Un autre problème sera de discuter si, pour la population concernée, le « pourrissoir » devient un lieu banalisé, sans importance, après que les os y ont été prélevés, ou si au contraire il continue à être le lieu de rites commémoratifs. Dans ce cas, il conserve la seconde des deux fonctions fondamentales de la tombe, celle-ci étant à la fois le réceptacle des restes du défunt et le point d'ancrage des cultes du souvenir [11].

1.2.3 Crémation vs inhumation

Enfin, la dernière distinction habituelle concerne l'éventualité d'un traitement du cadavre par le feu : la **crémation**, **incinération**, ou **ustion**, aboutit à la disparition rapide des parties molles (en général quelques heures) ; elle s'oppose à l'**inhumation**,

9. Au Moyen Âge, on a parfois utilisé le terme très explicite de « pourrissoir » pour désigner de telles structures. Certaines sont en cours de fouilles, d'autres ont été explorées au cours des dernières décennies. Il sera intéressant de réaliser assez vite une synthèse concernant le « spectre » des os qui y ont été laissés (de manière volontaire ou involontaire), de manière à mieux comprendre certains gestes funéraires.

10. Il convient à ce propos de rappeler l'étymologie du mot sarcophage. En grec, cet adjectif signifie tout simplement carnivore. Un sarcophage est une boîte dans laquelle on dépose un cadavre et dont la fonction est de dévorer les chairs, de sorte que lorsqu'on rouvre le couvercle, il n'y a plus que les os du défunt. Cette définition procède en quelque sorte d'une réflexion taphonomique avant l'heure, et ce d'autant plus que le qualificatif a aussi été utilisé dans l'Antiquité pour qualifier la terre d'un cimetière dont on avait remarqué qu'elle facilitait le passage de l'état de cadavre à celui de squelette !

11. Lorsque le cadavre n'a pu être récupéré par les proches, par exemple dans le cas de marins péris en mer, les proches érigent parfois un cénotaphe (étymologiquement une tombe vide) sur lequel ils procèdent aux gestes commémoratifs.

ce terme signifiant seulement que le sujet n'a pas été exposé à l'action du feu (alors que par son étymologie, il donne précisément à penser que le corps a été mis en terre).

J'ai précédemment évoqué l'acception restrictive des processus taphonomiques que nous adopterons : ils débuteraient au moment où le corps du défunt est placé dans la tombe. Dans cette perspective, les dépôts primaires ne posent pas de problème particulier car la décomposition se déroule effectivement durant la phase post-dépositionnelle. Le propos doit en revanche être repris dans le cas d'une sépulture secondaire (que le corps ait été brûlé ou non), le passage de l'état de cadavre à celui de squelette s'effectuant dans un espace qui est en général distinct du lieu de dépôt définitif. La transformation appartient alors à la phase pré-dépositionnelle, tout comme la récupération des restes osseux à l'emplacement où s'est déroulée la disparition des masses organiques du cadavre (la collecte a-t-elle été exhaustive ou sélective et dans ce cas, quels sont les critères qui ont présidé à la sélection ?), et enfin leur transfert jusqu'à la tombe définitive. L'examen des restes osseux est susceptible de fournir des informations précieuses sur ces différents temps ; ils font bien sûr partie intégrante des gestes funéraires et nous devons donc nous attacher à les documenter. En fait, on retrouve ici l'une des préoccupations classiques de la taphonomie appliquée aux restes animaux, à savoir les modalités de constitution des assemblages osseux.

Au bout du compte, notre vision de la taphonomie procède d'une lecture duale des termes mêmes qu'avait utilisés Efremov : si on les applique au cadavre, la « biosphère » correspondrait à sa fraction organique, donc aux « parties molles » putrescibles, la « lithosphère » à sa fraction minérale, c'est-à-dire au squelette ; si on les applique à la tombe, la « biosphère » concernerait le moment de sa construction par les vivants, la « lithosphère » le milieu – principalement géologique – au sein duquel elle va progressivement s'intégrer. *La taphonomie en contexte funéraire doit donc prendre en compte d'une part l'ensemble des processus de « squelettisation*[12] *», qu'ils surviennent en dehors ou à l'intérieur de la tombe, d'autre part les transformations qui ont affecté celle-ci et son contenu entre la constitution du dépôt et le moment où nous les étudions.*

2 La démonstration du caractère primaire d'une sépulture

2.1 L'importance des connexions anatomiques et la chronologie relative des dislocations articulaires

Une sépulture primaire se définit par l'apport d'un cadavre « frais » (ou exceptionnellement d'une portion de cadavre) dans le lieu de dépôt définitif, où va donc s'opérer toute la décomposition du corps[13]. L'intégrité anatomique est préservée, du moins du point de vue macroscopique, et les funérailles se déroulent généralement peu de

12. Ce terme existe dans la langue française mais uniquement avec un sens métaphorique (sociologie). Nous l'utiliserons ici avec une signification qui correspond à la transcription directe du terme anglais *skeletisation*.

13. Comme nous l'avons déjà indiqué, les processus physico-chimiques de la putréfaction débutent aussitôt après le décès et parfois même avant (nécrose, gangrène…). Mais nous nous intéressons ici aux phénomènes de décomposition suffisamment avancés pour provoquer la dislocation de certains éléments du squelette.

temps après le décès [14]. L'argument que les auteurs ont systématiquement mis en avant pour affirmer la nature primaire d'un dépôt funéraire réside dans l'observation de connexions anatomiques : il faut en effet prouver que lorsque le corps a été apporté dans la tombe, les structures organiques assurant la contention des articulations (la peau, les tendons et surtout les aponévroses fibreuses et les ligaments) étaient encore présentes et suffisamment solides pour empêcher la disjonction de deux os contigus : à l'intérieur d'un cadavre « frais », toutes les pièces osseuses se trouvent naturellement dans une disposition réciproque conforme à l'architecture du squelette humain, et l'on peut logiquement s'attendre à voir ces relations se maintenir lorsque la décomposition s'opère dans l'espace protégé que constitue en général la tombe.

Dans cette perspective, toutes les articulations n'ont certainement pas la même valeur démonstrative. Les indices les plus pertinents concernent les articulations qui cèdent le plus tôt au cours de la décomposition (*articulations labiles*) car leur maintien en connexion démontre implicitement l'intégrité du cadavre au moment du dépôt (sépulture primaire), contrairement à celles qui résistent plus longtemps aux processus de décomposition (*articulations persistantes* [15]). Lors de doubles funérailles, il suffit en effet que les officiants interviennent dans le pourrissoir alors qu'il subsiste quelques bribes ligamentaires entre deux os pour que ceux-ci soient encore attachés l'un à l'autre après leur transfert dans la tombe définitive : il est donc possible d'observer de véritables connexions anatomiques dans des sépultures secondaires, mais dans ce cas, elles concerneront bien évidemment des articulations qui comptent parmi les plus persistantes de l'organisme. On saisit donc la nécessité de connaître la chronologie relative des dislocations entre les différentes pièces du squelette. La durée nécessaire à la destruction complète des contentions et l'ordre dans lequel les diverses articulations sont ainsi libérées varient naturellement en fonction du traitement funéraire et du milieu dans lequel se trouve le corps : entre la destruction presque immédiate et simultanée (crémations, cadavres abandonnés à l'action des grands carnivores tels que les hyènes…) et la conservation parfaite durant plusieurs millénaires que l'on observe dans certaines conditions environnementales très particulières (par le froid, la sécheresse, la salinité ou encore l'acidité des tourbières…) ou bien sûr grâce à un traitement pré-sépulcral approprié (momification intentionnelle), tous les intermédiaires sont envisageables ; il n'est donc pas possible de dresser une table-type qui vaille pour tous les temps et pour tous les lieux.

Cependant, dans des conditions « moyennes » (contrée tempérée humide, cadavre inhumé et donc protégé des carnivores ou omnivores) et pour un sujet adulte, il

14. Cette assimilation cadavre « frais » / mort récente n'est cependant pas toujours vérifiée. Il suffit pour s'en persuader de considérer les cas où, lorsque les hivers sont très rigoureux et qu'il est impossible de creuser une fosse dans le sol gelé, le corps est conservé dans la neige jusqu'au moment où le radoucissement permettra l'inhumation en même temps que la reprise des processus de décomposition. Ce qui importe donc dans la définition d'une sépulture primaire, ce n'est pas le temps qui s'est écoulé entre le décès et les funérailles, mais bien l'état dans lequel se trouvait le cadavre au moment du dépôt.

15. Le terme de labile, emprunté au vocabulaire de la biologie et de la chimie, désigne des structures instables, donc qui se détruisent facilement et/ou rapidement ; j'ai par ailleurs préféré employer l'adjectif persistant, qui a une évidente connotation de durée, plutôt que résistant, ce dernier pouvant créer une confusion avec l'idée de résistance mécanique : ainsi, le poignet sera qualifié de très résistant par les chirurgiens parce que les os du carpe sont reliés les uns aux autres par un ensemble complexe de ligaments distribués en tout sens ; il s'agit cependant de minces bandelettes fibreuses qui disparaîtront rapidement et presque en même temps au cours de la décomposition, de sorte que l'ensemble doit être considéré comme labile.

semble que le temps nécessaire à la dislocation naturelle des articulations ne soit jamais inférieur à quelques semaines, ce qui fixe pour nous la limite de discrimination possible entre une véritable sépulture primaire et un dépôt différé. Généralement, les articulations labiles concernent des os de dimensions modestes (colonne cervicale, mains, partie distale des pieds) ou fragiles (jonction scapulo-thoracique, cette relation anatomique étant assimilable à une articulation pour ce qui est de l'anatomie topographique) ce qui impose une fouille méticuleuse. À l'opposé, les articulations persistantes unissent des pièces soumises à des contraintes biomécaniques importantes qui justifient la présence de ligaments épais et puissants (articulation atlanto-occipitale, colonne lombaire, charnière lombo-sacrée, articulations sacro-iliaques, genoux, chevilles et tarses [16]) : il s'agit donc d'os volumineux et/ou solides, de sorte qu'il est plus facile d'en repérer les assemblages. Les connexions les plus visibles à la fouille sont malheureusement les moins démonstratives.

Si la préservation de connexions anatomiques intéressant des articulations réputées labiles est nécessaire à la démonstration du caractère primaire du dépôt, le raisonnement inverse n'a aucune validité. Imaginons par exemple un corps qui aurait été placé dans une pièce close, sur une plate-forme légère surélevée ou sur un lit funéraire en bois : la putréfaction du cadavre laissera le squelette en connexion sur son support jusqu'à ce que celui-ci se décompose à son tour, et les os disloqués vont alors s'effondrer sur le sol ; il est peu probable que cette perturbation, si elle est suffisamment tardive, soit en mesure de préserver la moindre connexion anatomique, alors même qu'il s'agit bien d'une sépulture primaire non remaniée [17]. L'absence de toute connexion ne prouve en rien qu'il ne s'agit pas d'une sépulture primaire. C'est là un élément fondamental du raisonnement en archéologie funéraire, qui semble pourtant avoir échappé à de nombreux auteurs : combien de publications concluent à des dépôts secondaires sur le simple argument que les os sont « en désordre » (cette formulation signifiant en fait qu'il n'a pas été observé de connexions), oubliant le rôle essentiel de l'agent taphonomique le plus universel qui soit, la loi de la pesanteur…

2.2 Les dislocations articulaires en ordre paradoxal, un indice probable de la dessiccation du cadavre

Il est des cas où l'ordre dans lequel les articulations se disjoignent a manifestement été très différent de celui que nous avons énoncé précédemment. On voit par exemple des squelettes disloqués avec les membres supérieurs en connexion stricte, jusqu'aux articulations interphalangiennes, alors même qu'ils ne sont plus reliés au tronc et que la continuité des vertèbres est interrompue à l'étage lombaire. De telles images évoquent

16. Une place à part doit être faite à l'articulation de la hanche. Il est désormais bien établi qu'il s'agit d'une articulation labile ou semi-labile (*cf. infra*, Figure 5b), ce qui s'explique aisément par la minceur des ligaments ilio-fémoral et pubo-fémoral que l'on peut assimiler à de larges rubans fibreux renforçant la capsule articulaire. La cohésion est en effet assurée par de puissantes masses musculaires – qui se dégradent très rapidement après la mort – et surtout par l'emboîtement de la tête fémorale dans la cavité acétabulaire : cette congruence, liée à la forme des os en présence (une portion de sphère pleine, la tête du fémur, engagée dans une portion de sphère creuse, la cavité acétabulaire de l'os coxal), persiste naturellement après la disparition des parties molles, de sorte que la hanche reste souvent en connexion anatomique malgré la disparition des ligaments.

17. Le terme de remaniement doit être réservé aux perturbations liées à un agent extrinsèque. La loi universelle de la gravitation n'est donc pas à prendre en compte : qui parmi nous songerait à parler de remaniement pour la mise à plat de la cage thoracique (*cf. infra*) ? Le mécanisme est pourtant comparable, les deux situations différant seulement par l'amplitude des déplacements.

fortement celles que l'on a pu observer sur des momies égyptiennes rapportées en Europe occidentale au début du siècle dernier et entreposées dans les réserves humides de certains musées : la reprise de la prolifération bactérienne est évidemment plus importante dans les zones où se trouvent encore des masses organiques volumineuses (dans ce cas principalement les masses musculaires puisque les sujets ont été éviscérés lors de la momification), de sorte que l'altération est beaucoup plus rapide au niveau du tronc ; à l'inverse, les mains desséchées, presque décharnées, resteront indemnes. Lors de la fouille, ces dislocations en ordre paradoxal constituent donc des indices pertinents d'une dessiccation [6], qu'elle soit liée à des conditions environnementales particulières (donc d'origine naturelle) ou à un traitement intentionnel approprié du cadavre (momification).

2.3 Les « jus de décomposition » et la diagenèse du milieu : des limaces carnivores et des galets qui fabriquent de l'os !

La putréfaction du cadavre libère des « jus » organiques qui vont s'infiltrer dans le sédiment environnant. La nature de celui-ci s'en trouvera modifiée et il est parfois possible d'en détecter les indices : ainsi, l'enrichissement en matière organique joue un rôle trophique pour les lombrics qui se concentrent au voisinage du corps putrescent ; ils peuvent laisser des sphérules de calcaire que l'on pourra détecter dans le sédiment, mais il faut envisager à leur sujet des études quantitatives qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été menées dans les contextes qui nous préoccupent ici. Par ailleurs, les vers de terres et les insectes thanatophages attirent de nombreux prédateurs (insectivores tels que taupes, musaraignes, batraciens, reptiles) dont on trouve souvent les ossements au voisinage immédiat des os (notamment dans les sépultures collectives mégalithiques). Certains gastéropodes terrestres se nourrissent eux aussi de ces invertébrés, par exemple **la testacelle** qui est un prédateur spécifique du lombric ; or cette limace carnivore présente la particularité de porter une petite coquille vestigiale sur l'extrémité de la queue (d'où son nom) et de pondre des œufs calcifiés (Figure 3). Trouver en abondance de tels vestiges à proximité d'ossements humains revient naturellement à démontrer que les lombrics ont été particulièrement actifs dans la tombe, et cet argument plaide fortement en faveur d'un dépôt primaire : si la décomposition s'était effectuée en un lieu distinct de la tombe définitive, l'apport d'os déjà décharnés n'aurait en effet eu que bien peu de chances de susciter l'afflux des vers de terre...

J'illustrerai également les orientations nouvelles qui peuvent ainsi être données à l'archéologie funéraire par une observation réalisée sur des galets de la terrasse alluviale sur laquelle a été érigé le dolmen des Peirières à Villedubert (Aude). Certains présentent une altération en pellicules concentriques (desquamation) qui est donc postérieure à la mise en forme du galet dans le lit du cours d'eau. Seuls les galets qui se trouvaient à l'intérieur du monument (ils constituaient le sol de celui-ci dans sa forme originelle) présentent une telle altération et celle-ci n'affecte que les galets les plus superficiels, qui ont donc été au contact des corps en décomposition. Parmi les galets altérés, les plus gros ne le sont qu'à leur partie supérieure, alors que les plus petits le sont sur la totalité de leur pourtour. J'ai émis l'hypothèse que ces galets pouvaient avoir été attaqués par les produits issus de la décomposition des corps. Les

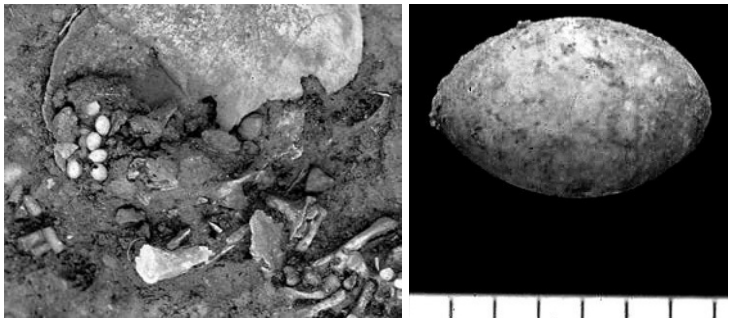


FIGURE 3 – (a) ponte de testacelle (*Testacella haliotidea*), une limace carnivore prédatrice du lombric, à l'intérieur du crâne d'un enfant mort en période périnatale (atelier de potiers gallo-romains de Sallèles-d'Aude, Aude, France [7]) ; (b) vue de détail d'un œuf de testacelle (échelle en millimètres) provenant de la couche funéraire chalcolithique du dolmen des Peirières à Villedubert (Aude, France). (Documents H. Duday.)

travaux menés pas F. Bechtel, Cl. Raffaillac et N. Platel [18] ont montré que parmi les nombreuses variétés de roches témoignant de la diversité des faciès géologiques que draine le fleuve Aude, seuls sont attaqués les galets de calcaire ; ceux-ci montrent entre les pellicules desquamées des dépôts d'un phosphate de calcium hydraté, plus précisément d'hydroxyapatite, c'est-à-dire du constituant minéral de l'os (Figure 4a-b). On pourrait certes envisager un processus de dissolution – redéposition lié au lessivage des restes humains par les eaux de pluie ; cependant, outre le fait que la couche de galets a ensuite été protégée par un pavement de grandes dalles de grès, on note que les galets constitués d'autres roches, même poreuses ou à structure lamellaire (par exemple les galets de schiste) n'on pas piégé de phosphates. *La formation d'hydroxyapatite résulte en réalité d'une interaction entre l'acide phosphorique contenu dans les « jus » de décomposition des corps et le calcium du galet calcaire*, et de fait, le processus a pu être reproduit expérimentalement en laboratoire.

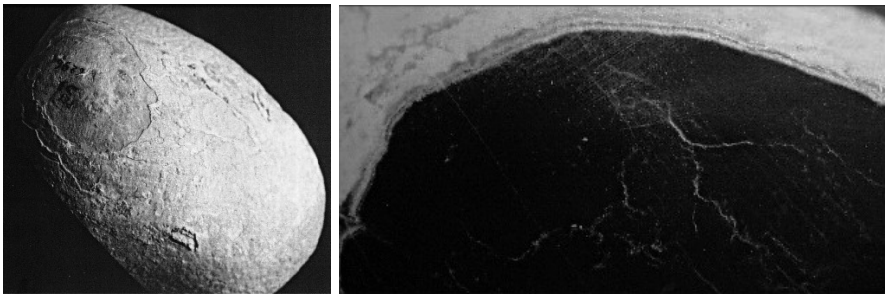


FIGURE 4 – Dolmen des Peirières à Villedubert (Aude, France). Altération d'un galet appartenant au substrat de la chambre sépulcrale. La desquamation superficielle apparaît en vue externe (a) et en section (b). C'est dans les interstices créés par l'altération pelliculaire que se sont formés les dépôts d'hydroxyapatite, par la combinaison de l'acide phosphorique contenu dans les « jus » de décomposition des cadavres et du calcium contenu dans le galet calcaire. (Documents H. Duday et IRAMAT-CRP2A.)

18. IRAMAT-CRP2A, UMR 5060, Université Bordeaux-Montaigne.

Or ce monument a connu une histoire très particulière. Il a été érigé et utilisé au Néolithique final, puis il a été totalement démantelé au Chalcolithique par « les campaniformes » qui ont évacué les dépôts funéraires néolithiques présents à l'intérieur, abattu les orthostates et édifié à la place un bâtiment sans doute comparable à une « maison des morts » avec une couverture soutenue par une faîtière reposant sur deux piles de pierres sèches. Ces transformations ont eu pour effet de faire totalement disparaître les dépôts et les structures architecturales du couloir et de l'antichambre. À leur emplacement, que dessinent seulement les tranchées de fondations du monument primitif, ont été trouvés plusieurs galets qui présent l'altération très particulière que nous avons décrite précédemment. Ils ont donc été au contact des jus de décomposition, et il est ainsi avéré que des corps ont été déposés et se sont putréfiés dans des zones dont la transformation du monument a par la suite totalement occulté la fonction funéraire. Il n'y avait absolument plus aucun indice archéologique de ces dépôts, seule l'altération des galets a permis de les documenter.

Pour prouver le caractère primaire d'une sépulture, les auteurs mettaient classiquement en avant la présence de connexions anatomiques. Nous avons insisté sur le fait que pour être réellement démonstratives, ces observations devaient intéresser des articulations labiles. Nous avons ensuite évoqué les informations qu'apportent les prédateurs des insectes thanatophages et des lombrics (notamment la testacelle) ; nous en venons enfin à nous pencher sur les réactions chimiques qui se produisent entre les substances libérées par le corps en décomposition et certains éléments minéraux du substrat géologique. Après s'être focalisée sur les architectures funéraires et les objets d'accompagnement (« mobilier »), l'archéologie funéraire s'est ensuite tournée vers l'analyse des assemblages d'os humains et elle en vient aujourd'hui à interroger les modifications du biotope et la diagenèse des éléments sous-jacents aux dépôts. Les apports de l'archéoentomologie (voir la contribution de J.-B. Huchet dans ce même ouvrage) constituent une autre illustration de ce que peuvent être les voies de recherche qui s'ouvrent désormais à l'archéologie funéraire.

3 Les processus de décomposition du cadavre, ou l'archéothanatologie en quête de ses références

L'ordre dans lequel cèdent les articulations est donc l'une des données fondamentales sur lesquelles se fonde notre réflexion. Il n'existe malheureusement que peu d'études détaillées sur ce point et sur la vitesse de décomposition en fonction du milieu, et encore s'agit-il de travaux anciens tel le traité d'Orfila et Lesueur [8] ; des raisons d'éthique et la légitime susceptibilité des populations actuelles pour tout ce qui touche au corps humains, vivant ou mort, interdisent toute expérimentation dans ce domaine [19]. C'est donc à la multiplication des observations archéologiques que nous

19. Certes, les recherches menées au cours des dernières décennies par l'école américaine (notamment par Bass dans la célèbre « ferme des cadavres ») sont riches en enseignements, mais leur finalité est davantage tournée vers l'anthropologie médico-légale, ou *forensic anthropology* (cadavres abandonnés ou dissimulés), que vers l'archéologie (cadavres protégés par un ensevelissement relativement profond). Dans le cadre de la législation actuelle, de tels travaux sont inconcevables dans la plupart des pays d'Europe occidentale. Et quand bien même ils deviendraient possibles, il est probable que les observations réalisées de nos jours ne seraient pas directement transposables aux sépultures anciennes : nos aliments contiennent des substances antibactériennes et antifongiques, les défunts ont pu recevoir des traitements antibiotiques avant leur décès, de sorte que l'action des facteurs endogènes de la décomposition a toutes les chances d'être modifiée. Par

devons nous adresser pour établir un corpus de référence : à chaque occasion favorable, il faut savoir enregistrer les informations qui permettent d'enrichir celui-ci.

3.1 Les sujets adultes

3.1.1 Une observation pionnière dans l'Abri du Collier à Lastours (Aude)

C'est en 1970, lors de la fouille de cet abri [20], qu'a été mis au jour le squelette d'une grande adolescente ou adulte jeune, globalement en connexion anatomique, accompagné d'un mobilier (vase, éléments de parure dont des anneaux spiralés en bronze) caractéristique du Bronze moyen. Il ne fait aucun doute qu'à l'origine, le sujet était allongé sur le dos à proximité de la paroi. La fouille et l'enregistrement détaillé de cette tombe ont permis de relever de nombreuses anomalies dans l'agencement réciproque des pièces osseuses [9].

Le boc crânio-facial se présente en vue postéro-inférieure, en avant de l'épaule droite (Figure 5a,1). La mandibule a subi un déplacement beaucoup plus important puisqu'elle a été trouvée à gauche du sacrum (Figure 5b,11). Alors que dix-sept dentales, qui formaient vraisemblablement un collier, ont été disséminés en direction supéro-latérale gauche, la colonne cervicale est disloquée en direction supéro-latérale droite (Figure 5b,2), avec toutefois un respect de l'ordre anatomique : on trouve ainsi, répartis selon un arc de cercle, l'atlas (en vue supérieure), l'axis (en vue latérale gauche), la troisième cervicale (C3, en vue supérieure), C4 et C5 en connexion stricte (en vue antérieure), puis après un léger hiatus C6 (en vue supérieure), enfin C7 et T1 (la première vertèbre thoracique) toutes deux en connexion stricte (en vue antérieure). Les processus transversaires droits de ces deux dernières vertèbres recouvrent le corps de la première côte droite. Les trois vertèbres thoraciques suivantes (T2, en vue supérieure, T3 et T4 en connexion stricte, en vue antérieure) se trouvent immédiatement à gauche de l'ensemble C7-T1 et au même niveau. Les autres vertèbres thoraciques et les lombaires sont globalement en place, mais la colonne dessine une courbe convexe vers la droite ; elles sont en outre déportées vers la droite, de sorte que l'hémi-thorax droit paraît beaucoup plus étroit que le gauche. On note par ailleurs sur la colonne une composante de rotation progressive vers la gauche, les vertèbres thoraciques supérieures apparaissent en vue strictement antérieure, les thoraciques inférieures et lombaires en vue antéro-latérale droite. Fait tout à fait surprenant, les processus transversaires droits des vertèbres thoraciques inférieures et de la première lombaire (de T10 à L1) passent en avant de l'extrémité sternale des côtes moyennes et inférieures droites (Figure 5b,12). Le sacrum est en vue antérieure, dans le prolongement du rachis lombaire, avec cependant un hiatus d'environ 5 cm entre la cinquième lombaire et la base du sacrum.

ailleurs, il est certain que nous ne disposerons jamais de cadavres d'enfants d'âges différents en nombre suffisant pour constituer une base de données fiable sur la dynamique de décomposition.

20. Ce chantier était placé sous la direction de J. Guilaine et moi-même.

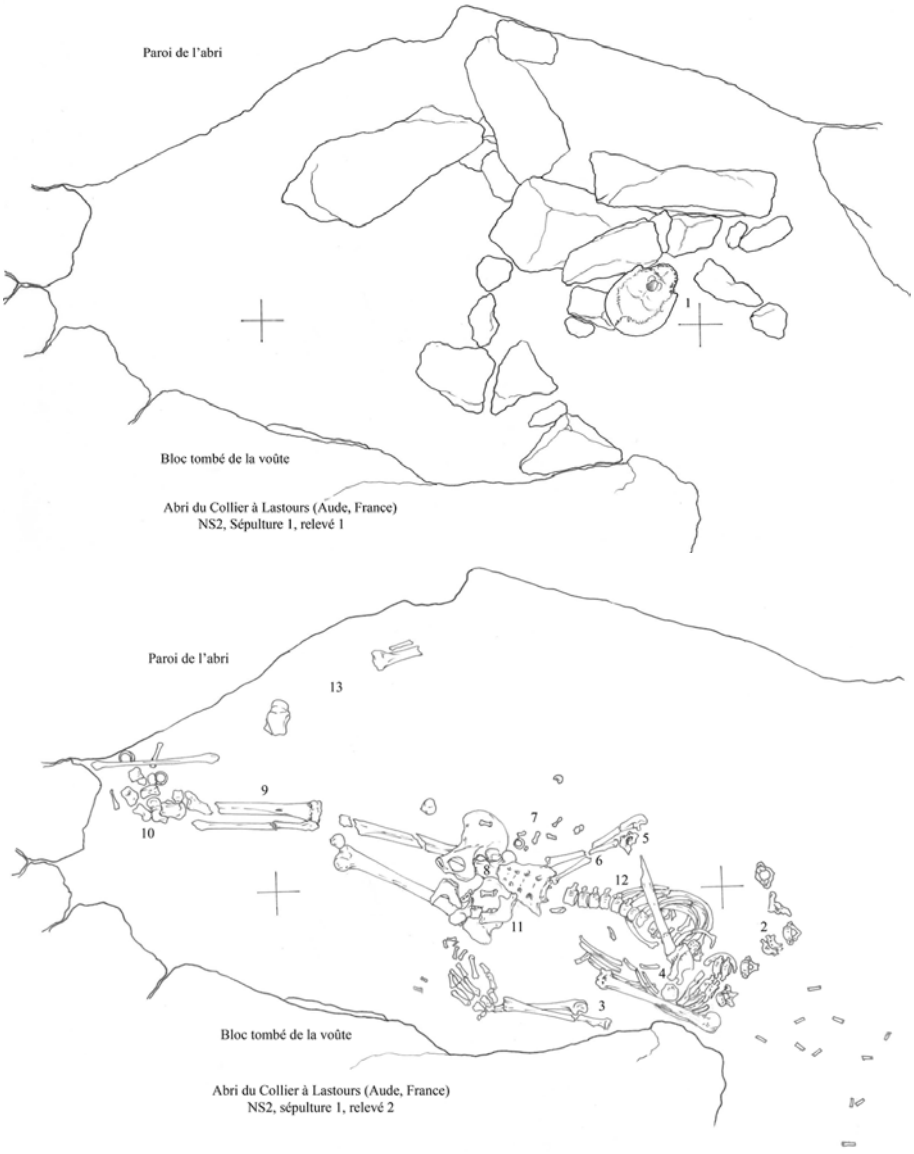


FIGURE 5 – (a) premier relevé de la sépulture du Bronze moyen dans l'abri du Collier à Lastours (Aude, France) ; (b) second relevé de la même sépulture. Les nombres correspondent aux particularités signalées dans le texte. (Document H. Duday.)

Le membre supérieur gauche est globalement en place, le radius et l'ulna en pronation, ce que confirme la position de la main qui se présente en vue dorsale. L'humérus gauche a manifestement subi une translation en direction médiale, sa tête venant juste en dehors des vertèbres thoraciques supérieures et son extrémité distale étant décalée d'environ 5 cm en dedans des extrémités proximales du radius et de l'ulna. Il existe donc une disjonction assez importante du coude (Figure 5b,3), qui à l'origine devait être en extension.

La position du membre supérieur droit est beaucoup plus surprenante. La scapula droite se présente en effet en vue postérieure, en avant de l'hémi-thorax gauche (Figure 5b,4) ; la clavicule et l'humérus droits l'ont suivie dans son mouvement, de sorte que la diaphyse humérale, oblique en bas et en dehors, croise l'axe rachidien en avant de la huitième vertèbre thoracique. Le coude droit est resté en connexion lâche (Figure 5b,5) sans doute dans sa position originelle, à droite du tronc ; il est en semi-flexion, le poignet venant en avant de la charnière lombo-sacrée. Les deux os de l'avant-bras se croisent (Figure 5b,6), l'extrémité distale de l'ulna en dedans de l'extrémité distale du radius : la main droite était donc en pronation forcée, cette rotation exagérée devant avoir pour effet de tourner la paume en avant et en dehors. Les os de la main droite étaient dispersés à droite du sacrum, dans la zone que devait initialement occuper l'os coxal droit (Figure 5b,7).

Le bassin est disjoint, l'os coxal droit a basculé en bas et en dehors, en vue médiale, alors que le gauche se présente en vue postéro-latérale. Chacun recouvre la portion proximale de la diaphyse fémorale homolatérale. Le fémur gauche apparaît en vue antérieure, avec la patella au contact de son extrémité distale. Le tibia, la fibula et quelques os du tarse gauches (Figure 5b,13) ont été trouvés au contact de la paroi (le tibia à environ 45 cm de son emplacement originel). Le membre inférieur droit est en extension dans le prolongement du tronc, avec cependant une décalage en dedans : il semble en effet se trouver sur l'axe médian du squelette. Le fémur se présente en vue postérieure, ce qui est tout à fait surprenant puisque la défunte est couchée sur le dos. La tête fémorale tournée en dehors est en partie recouverte par le sacrum (Figure 5b,8). Le tibia et la fibula droits, en connexion stricte, apparaissent de même par leur face postérieure (Figure 5b,9). La patella droite, elle aussi retournée, a été trouvée en dehors du fémur, à peu près à mi-hauteur de la diaphyse. Le pied droit est retourné, le tarse en connexion lâche en vue plantaire (Figure 5b,10). Les métatarsiens et phalanges sont en revanche disloqués.

Les paradoxes anatomiques que nous avons soulignés semblent indiquer un remaniement cohérent qui aurait entraîné un mouvement d'ensemble de la gauche vers la droite (c'est-à-dire sans le sens du pendage des couches qui, de manière générale, s'enfoncent en direction du fond de l'abri). Le fait est évident pour le bloc crânio-facial et les vertèbres cervicales, l'humérus gauche, les os de la jambe et du pied gauches. Il est également confirmé par le glissement de la colonne vertébrale, celle-ci décrivant un arc convexe vers la droite et les vertèbres de la région thoraco-lombaire venant recouvrir la partie antérieure des côtes droites après que celles-ci se sont mises à plat. La rotation du bassin vers la droite s'inscrit dans le même contexte. Le corps repoussé vers la droite est venu buter contre les pierres et les sédiments qui se trouvaient au

contact de la paroi, de sorte que l'épaule droite a été rabattue en avant du thorax et que le membre inférieur droit a pivoté sur lui même de 180°.

On note que le très volumineux bloc qui borde la sépulture forme un « bec » qui vient en regard de l'humérus gauche et, à son contact, de l'hémi-thorax gauche. L'endroit d'où il s'est détaché, parfaitement visible sur la voûte de l'abri, se situe un peu en amont de la position qu'il occupe au sol. Après être tombé, il a glissé d'environ 50 cm vers le fond de l'abri, jusqu'à ce qu'il vienne se bloquer contre des blocs accumulés au contact de la paroi. Il est donc certain que c'est le léger glissement du bloc qui a causé la plupart des perturbations que nous avons notées sur le squelette.

C'est en effectuant le relevé systématique de la position et de la face d'apparition des pièces de ce squelette que j'ai pour la première fois compris que les observations de fouille pouvaient fournir des informations pertinentes sur la chronologie relative des dislocations articulaires. Certains ensembles anatomiques se sont déplacés de manière cohérente, ce qui démontre que lorsque le mouvement s'est produit, les contentions articulaires (principalement les ligaments) étaient encore préservées ; d'autres ont au contraire été disloqués ou n'ont pas suivi les os contigus dans leur déplacement, preuve que les contentions étaient détruites.

Ainsi, il est manifeste que l'hémi-thorax droit s'était déjà complètement mis à plat lorsque la poussée exercée par le bloc a repoussé vers la droite l'ensemble de la colonne thoracique et lombaire, les processus transversaires de C7 et T1 passant en avant de la première côte droite, et ceux de T10 à L1 en avant de l'extrémité sternale des côtes moyennes et inférieures droites. La destruction (ou le déboitement) des cartilages costo-sternaux et des ligaments costo-vertébraux précède donc celle des disques et ligaments intervertébraux thoraciques et lombaires.

De la même manière, il est clair que la clavicule, la scapula et l'humérus droits étaient encore solidaires lorsque l'épaule a été rabattue en avant du thorax ; au niveau du coude, l'humérus, le radius et l'ulna formaient eux aussi un ensemble cohérent qui a permis à l'avant-bras de tourner dans un mouvement de pronation exagérée induit par la rotation complète de l'humérus. Il est en revanche évident qu'à ce stade de la décomposition, les os du carpe et de la main droite n'étaient plus reliés par des ligaments.

Le membre inférieur droit dans son ensemble a pivoté sur lui même avec un retournement complet qui intéresse le fémur, le tibia et la fibula ainsi que la majeure partie du tarse. Les ligaments unissant ces os étaient donc encore solides, alors que les contentions des articulations fémoro-patellaires, tarso-métatarsiennes, métatarso-phalangiennes et interphalangiennes étaient, elles, détruites. La position respective de l'os coxal et du fémur droits démontre que l'articulation coxo-fémorale avait elle aussi cédé, ce qui suggère qu'elle lâche plus précocement que le genou ou la cheville. Le caractère labile de la hanche n'a été définitivement confirmé que vingt-cinq ans plus tard, à l'occasion des observations réalisées dans la sépulture multiple de Saint-Rémy-la-Calonne [21] [10].

21. *Cf. infra* , Figure 22.

3.1.2 La « noyée » de Lattes, un autre exemple d'informations sur les dislocations articulaires

Un autre exemple de cette approche concerne le squelette d'une femme âgée qui a été mis au jour en 1977 dans un sédiment vaseux qui évoque des dépôts de fond lagunaire. La proximité de la ville antique de Lattes (Hérault, France) explique la présence de nombreux tessons de céramique, dont des fragments d'amphores étrusques du VI^{e} s. av. J.-C. Il ne s'agit probablement pas d'une sépulture intentionnelle, peut-être d'un simple «fait divers» (noyade, accident… ?), de sorte que la découverte pouvait *a priori* sembler d'un intérêt archéologique mineur [22]. Le corps reposait en *procubitus*, et la plupart des articulations étaient en connexion stricte, notamment les mains conservées jusqu'aux sésamoïdes (Figure 6a-b) : la décomposition s'est donc opérée *in situ*.

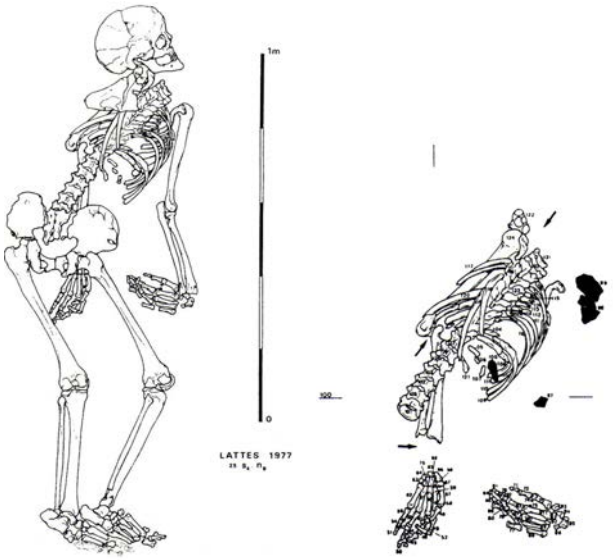


Figure 6 – Squelette mis au jour dans des limons vaseux à Lattes (Hérault, France). (a) relevé synthétique ; (b) détail du relevé concernant le tronc et le membre supérieur gauche. Les flèches indiquent les zones de disjonction (ligaments détruits) entre des portions anatomiques encore en connexion anatomique stricte (ligaments encore présents lorsque les déplacements se sont produits). En noir, des fragments d'amphores étrusques. (Document H. Duday.)

La fouille a cependant montré plusieurs disjonctions paradoxales : le bloc crânio-facial n'est pas dans le prolongement du rachis qui s'interrompt au-dessus de la quatrième vertèbre cervicale ; l'atlas est plaqué contre la face inférieure de l'occipital, au voisinage immédiat des deuxième et troisième vertèbres cervicales qui apparaissent cependant par leur face supérieure, alors que la première est visible par sa face latérale droite, comme l'ensemble du squelette céphalique. L'hémi-thorax gauche a également été remanié : certaines côtes sont dissociées, la quatrième et la cinquième étant passées en arrière de la colonne thoracique. L'épaule gauche est remontée à hauteur de

22. À moins qu'il ne s'agisse d'un sacrifice comparable par exemple à ceux des tourbières du Nord de l'Europe, hypothèse qui m'a été suggérée par S. Verger ?

la quatrième cervicale, mais la clavicule, la scapula et la tête humérale sont restées en connexion étroite ; le coude gauche est dans l'ensemble préservé, cependant l'extrémité proximale de l'ulna (olécrâne) se trouve en avant de l'extrémité distale de l'humérus. Enfin, les relations réciproques des différents os de la main gauche sont parfaitement respectées, alors qu'un hiatus de 7 cm sépare la rangée proximale du carpe et l'extrémité distale de l'avant-bras.

J'ai un temps supposé que ces déplacements pouvaient être rapportés à un mouvement de terrain survenu dans un milieu saturé en eau [9], avec un effet d'attraction vers la région latéro-cervicale gauche qui aurait déterminé le basculement du squelette céphalique à gauche et en arrière, ainsi que l'ascension de l'épaule gauche. La contribution de V. Tiesler à cet ouvrage me donne à penser qu'il pourrait plus probablement s'agir d'un corps échoué en eau peu profonde sur la berge de l'étang littoral, de sorte que les démembrements qu'elle décrit (qui auraient dans ce cas concerné le massif céphalique et le membre supérieur gauche) ne se seraient pas accompagnés de la dispersion des différentes parties du corps. Il est en l'occurrence bien difficile d'estimer le délai qui a pu s'écouler entre le décès et ces dislocations, mais on peut affirmer qu'au moment où elles se sont produites, certains ligaments assuraient encore la cohésion des pièces osseuses : mandibule / crâne / atlas, clavicule / scapula / humérus, axis / troisième cervicale ; d'autres étaient en train de céder, de sorte que les os concernés ont pu être entraînés dans le déplacement, avec cependant quelques anomalies de position ou d'orientation dans leur agencement respectif : atlas / axis, coude ; d'autres enfin étaient totalement détruits, ce qui explique la disjonction « en baïonnette » entre les troisième et quatrième vertèbres cervicales, et surtout celle du poignet gauche : lorsque le membre supérieur gauche a été attiré vers le haut, plus rien ne subsistait des contentions entre l'avant-bras et la main, de sorte que celle-ci est restée à son emplacement originel. On comprend aisément la valeur informative d'une telle découverte en ce qui concerne la chronologie relative des dislocations articulaires.

3.2 Les sujets immatures

La situation est un peu plus complexe chez les sujets immatures. Les pièces squelettiques susceptibles de se déplacer les unes par rapport aux autres – ou au contraire de rester cohérentes lors d'un déplacement – sont non seulement les différents os, comme chez l'adulte, mais aussi les différents centres d'ossification d'un même os s'ils n'étaient pas synostosés lorsqu'est survenu le décès. Aux articulations « classiques », c'est-à-dire celles qui unissent deux ou plusieurs os contigus, s'ajoutent donc les zones métaphysaires (cartilages de croissance) qui doivent être considérées comme des articulations à part entière (en anatomie générale, elles entrent dans la classification générale des articulations sous le nom de synchondroses intra-osseuses). Au cours de la décomposition, la destruction ou le déboîtement du cartilage libère ces centres d'ossification qui peuvent alors évoluer indépendamment les uns des autres : il est donc tout à fait justifié d'écrire par exemple que la tête fémorale est restée en connexion avec le col du fémur, puisque la connexion se définit comme le respect des relations topographiques entre deux ou plusieurs pièces osseuses contiguës.

Il importe donc que nous disposions d'informations sur la chronologie relative de ces dislocations. Or il est évident que les chercheurs, même s'ils se trouvaient dans un

contexte législatif très permissif quant aux expérimentations sur les cadavres humains, ne disposeront jamais d'un nombre suffisant de cadavres d'enfants morts à des âges différents. L'exemple de la tombe 77 de Classe à Ravenne (Italie) illustre la manière dont ici encore, les observations de terrain peuvent pallier l'impossibilité des recherches en laboratoire. Cette sépulture d'un enfant dont l'âge au décès peut être estimé entre 12 et 15 ans appartient à la phase ancienne (I^{er} s. de notre ère) d'une nécropole implantée dans un cordon dunaire littoral.



Figure 7 – Nécropole romaine de Classe à Ravenne (Italie), secteur du Podere Minghetti. Vue zénithale de la Tombe 77. (Cliché Ch. Gaeng, fouille G. Maioli, J. Ortali et J. Scheid.)

La plupart des centres secondaires d'ossification n'étaient pas encore soudés aux centres principaux : c'est notamment le cas du processus coracoïdien des scapulas, de la tête et de l'épicondyle médial des humérus, des épiphyses proximales et distales des radius, ulnas, tibias et fibulas, de la tête, du grand trochanter et de l'épiphyse distale des fémurs, de la base des premiers métacarpiens et métatarsiens et des phalanges des mains et des orteils, et de la tête de tous les autres métacarpiens et métatarsiens. Chacun des deux os coxaux est formé de deux pièces séparées, d'une part l'ilium, d'autre part l'ensemble ischium-pubis, ces deux centres de formation étant réunis au niveau de la branche ischio-pubienne. Les extrémités médiales des clavicules, les listels vertébraux, les crêtes iliaques et les tubérosités ischiatiques (centre secondaire coiffant la partie postéro-inférieure de l'ischium), enfin les petits trochanters des fémurs ne sont pas encore ossifiés. On se reportera à la publication dont cette sépulture a fait l'objet [11] pour une description détaillée de la position qu'occupaient les différents éléments du squelette, mais il me semble utile d'exposer ici les arguments qui ont permis d'obtenir des avancées significatives dans notre connaissance de la dynamique taphonomique.

En ce qui concerne l'épaule et le coude, l'humérus droit a tourné en dehors lorsque les contentions de l'épaule ont lâché. Les relations anatomiques entre la tête et la diaphyse ont été rigoureusement préservées (le cartilage de croissance était donc encore présent et adhérait aux deux pièces), alors que l'épicondyle médial (Figure 7, n° 63) est resté à son emplacement originel. Le cartilage entre l'épicondyle médial et l'extrémité distale de l'humérus se désagrège donc plus vite que celui qui unit la tête à la diaphyse, et la destruction des contentions ligamentaires de l'épaule se situe entre les deux.

Au niveau des poignets, il est apparu que les épiphyses distales des deux os de l'avant-bras se comportent différemment : à droite comme à gauche, l'épiphyse distale du radius est restée parfaitement en place dans la continuité de la diaphyse, et ce bien qu'il n'y ait évidemment aucun « pont » de synostose entre les deux pièces ; à l'inverse, l'épiphyse distale de l'ulna droite (Figure 7, n° 109) est tombée dans la région fessière antérieure, avant que la diaphyse (n° 66) ne bascule en dehors, et la gauche (Figure 7, n° 122) a glissé à l'intérieur du bassin où elle est demeurée en connexion avec les os de la rangée proximale du carpe. On peut en conclure que la disparition (ou la désinsertion) du cartilage de croissance distal survient plus tôt pour l'ulna que pour le radius. En ce qui concerne l'ulna, cette dissociation précède la disjonction de l'articulation radio-ulnaire distale (côté droit) ; l'épiphyse distale de l'ulna reste en outre plus longtemps reliée à la rangée proximale du carpe qu'à la diaphyse ulnaire et au radius (côté gauche), et cette liaison est en outre plus persistante que l'articulation entre le radius et la rangée proximale du carpe.

L'ilium droit s'est totalement mis à plat mais le bloc ischio-pubien ne l'a pas suivi dans son déplacement : la destruction ou du moins la désinsertion du cartilage de croissance dans la région acétabulaire qui à l'origine unissait ces deux pièces (cartilage « en Y »), a donc précédé la disparition des ligaments de l'articulation sacro-iliaque. Il semble que ce soit au moment où l'ilium basculait en dehors que la tête fémorale droite a glissé vers le haut par rapport à la surface métaphysaire du col, alors que le centre principal d'ossification du fémur (diaphyse et col) n'a pas subi de rotation latérale : le cartilage de croissance entre tête et col fémoral était donc lui aussi détruit ou déboîté des surfaces osseuses lorsque l'articulation sacro-iliaque s'est ouverte.

Le talus et le calcanéus droits, en connexion stricte, ont basculé en une rotation latérale complète alors que les os de la jambe droite sont restés en vue antérieure, avec même une faible composante médiale. Les épiphyses distales sont en relation normale avec les diaphyses du tibia et de la fibula : les ligaments de la cheville ont donc cédé avant les cartilages de croissance distaux des os de la jambe, et bien sûr aussi avant les ligaments talo-calcanéens. Enfin, la diaphyse du premier métatarsien droit était légèrement décalée vers le bas par rapport à sa base encore non synostosée, alors que celle-ci est restée en connexion stricte avec le cunéiforme médial : les ligaments entre cet os et la base du métatarsien tenaient encore lorsque le cartilage de croissance (base / diaphyse du premier métatarsien) s'est dissocié.

Discipline biologique dont le statut particulier tient au fait qu'elle est n'a pas accès à l'expérimentation, l'archéothanatologie se trouve donc dans l'obligation d'établir les fondements de son propre discours en même temps qu'elle contribue à la compréhension des ensembles funéraires. Le terrain doit se substituer au laboratoire, la fouille à l'expérimentation, et la responsabilité en incombe aux archéologues : une observation mineure pour la compréhension du site étudié pourra être capitale pour la connaissance des processus de décomposition, et donc pour l'interprétation d'autres sépultures.

4 Les transformations entre l'image originelle du dépôt et l'image observée au moment de la fouille : des os qui se déplacent à l'intérieur du volume originel du cadavre

Nous avons défini le dépôt primaire comme l'apport d'un cadavre « frais », encore pourvu de ses parties molles et donc avec l'ensemble de son squelette en connexion anatomique, dans la tombe définitive à l'intérieur de laquelle il va se décomposer. S'il n'a pas subi pas de perturbation ultérieure, on pourrait donc s'attendre à ce que le squelette apparaisse au moment de la fouille dans un agencement qui traduit très précisément l'attitude qui a été donnée au corps lorsqu'il fut inhumé. Or il n'en est rien, ou plus exactement il s'agit là d'une observation exceptionnelle. Nous devons donc chercher à en comprendre la raison.

Nous l'avons vu, l'un des objectifs majeurs de l'archéologie funéraire est de restituer la position originelle du défunt ; tout fouilleur, même s'il est peu familiarisé avec l'ostéologie, est certes capable d'en définir les traits généraux, mais il en va autrement pour les extrémités et tout particulièrement pour les os des mains, ou pour les sépultures d'enfants morts en bas âge dont la fouille requiert une connaissance anatomique poussée. Si la minutie du dégagement et la précision des observations de terrain sont évidemment nécessaires, l'interprétation doit aussi tenir compte de mouvements naturels qui ont pu survenir au cours de la décomposition, parfois même très tôt, bien avant que le cadavre ne commence à perdre son intégrité : dans les cimetières chrétiens, combien de typologies plus ou moins complexes ont été fondées sur la disposition des membres supérieurs et notamment sur l'emplacement des mains par rapport au tronc, alors qu'une part non négligeable des paramètres pris en compte dépendent certes de l'agencement initial du corps mais aussi de la mise à plat du thorax, du ballonnement de l'abdomen puis de son effondrement lorsque sa paroi antérieure s'ouvre (*cf. supra*), tous ces phénomènes étant directement liés à la putréfaction ! D'autres transformations se produisent au fur et à mesure que les contentions ligamentaires disparaissent, et c'est sur ces mouvements que nous allons maintenant nous pencher.

4.1 La mise à plat de la cage thoracique

Je prendrai pour premier exemple la sépulture mésolithique de Bonifacio [12]. Cette femme adulte était allongée sur le dos, la tête tournée vers la droite, les membres supérieurs et inférieurs en extension, parallèles à l'axe longitudinal du tronc (Figure 8). Le squelette semble à première vue être strictement en connexion anatomique et il ne viendrait sans doute à l'idée de personne que cette tombe ait pu être remaniée. Il est toutefois manifeste que les pièces du squelette ne sont pas toutes dans la position qu'elles occupaient lorsque le corps a été mis en place.

La première évidence est la diminution considérable qui a affecté le volume du thorax. Il est certain que jamais cette femme n'aurait atteint l'âge adulte si sa capacité respiratoire avait été celle que suggère la disposition des côtes telle qu'on a pu l'observer sur le terrain ! Les viscères et autres éléments organiques du thorax (poumons, cœur et médiastin) et de l'abdomen (foie, rate, estomac, intestins et péritoine) occupent un volume important mais ils disparaissent en général très vite lors de la décomposition. Ainsi, il se crée à l'intérieur du volume corporel un espace vide au-dessus duquel,

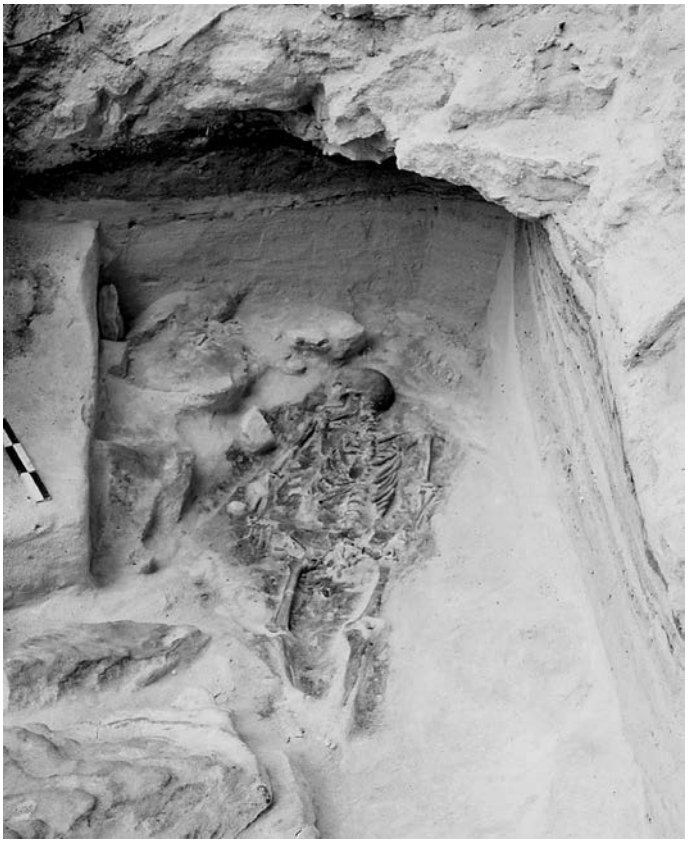


FIGURE 8 – La sépulture mésolithique de l'Abri d'Araguina-Sennola à Bonifacio (Corse, France). (Cliché F. de Lanfranchi.)

lorsque le corps est couché sur le dos, les côtes restent comme « suspendues » tant qu'elles sont maintenues en avant par les cartilages et ligaments costo-sternaux, en arrière par les ligaments des articulations costo-vertébrales. Le thorax osseux conserve donc un certain temps son volume, puis les côtes s'effondrent à l'intérieur sous l'action de la pesanteur lorsque la putréfaction finit par détruire ces éléments organiques de contention. Et comme dans l'organisme les côtes sont naturellement obliques en bas et en avant, cette obliquité aura tendance à s'accentuer au moment où la cage thoracique se « met à plat ». En fait, il semble que les articulations costo-transversaires soient les dernières à céder, de sorte que l'abaissement du corps de la côte s'accompagne d'une ascension de sa tête, cette dernière remontant à mi-hauteur de la vertèbre sus-jacente [23]. Aussi la détermination du rang des côtes sur le terrain est-elle très souvent

23. De manière générale, une côte de rang N s'articule avec la colonne vertébrale en deux points : d'une part par sa tête, qui vient s'appliquer à hauteur du disque intervertébral et entre en relation avec la partie postéro-latérale du corps des vertèbres thoraciques de rang N - 1 et N ; d'autre part par sa tubérosité, qui se trouve au contact du processus transversaire de la vertèbre thoracique de rang N. La tête est donc surélevée par rapport au corps de la côte, ce qui explique l'obliquité générale de celle-ci. La mise à plat de la cage thoracique s'effectue par abaissement de la partie antérieure des côtes, avec un effet de basculement

entachée d'erreur : dans cette opération que, pour des raisons de facilité, on réalise le plus souvent en se référant au rang des vertèbres, il faudrait seulement prendre en compte les relations costo-transversaires ; celles-ci étant peu ou pas visibles lorsque le sujet est couché sur le dos, le fouilleur aura tendance à considérer les rapports entre la tête de la côte et le corps vertébral, rapports qui, nous venons de le voir, sont faussés de manière presque systématique.

Si le sujet est couché sur le dos, les deux hémi-thorax se mettent à plat de manière symétrique, les côtes tombant les unes sur les autres, « comme des dominos », de part et d'autre de la colonne vertébrale. S'il repose sur un côté, les côtes qui prennent appui sur le fond de la tombe restent dans leur position initiale et seules les côtes opposées vont s'effondrer dans le volume intérieur du tronc ; il se produit ainsi un « cisaillement » à la partie antérieure et médiane du thorax, de sorte que la *gladiola* (corps du sternum) bascule de manière aléatoire à l'intérieur de la cage thoracique.

Dans la plupart des cas, les côtes ainsi déplacées sont ensuite immobilisées par le sédiment qui vient combler le volume intérieur au cadavre, et c'est seulement le dégagement opéré par le fouilleur qui permet à nouveau de les mobiliser.

La mise à plat de la cage thoracique induit donc une différence évidente entre la disposition originelle des os à l'intérieur du corps et celle que nous pouvons observer à la fouille ; elle ne résulte toutefois pas d'un remaniement (ce terme doit être réservé aux conséquences de l'action d'un facteur exogène), mais de l'action de la gravitation universelle : il s'agit donc bien une évolution naturelle.

Il est toutefois des cas où le volume thoracique est conservé, partiellement ou même en totalité ; à ce jour, j'ai identifié deux mécanismes différents :

- Le premier consiste en un colmatage progressif du volume libéré par la disparition des parties molles, le sédiment venant combler les vides au fur et à mesure qu'ils se constituent ; il s'agit là d'un processus relativement rare en milieu tempéré humide mais beaucoup plus répandu en milieu désertique ou subdésertique, que nous détaillerons ultérieurement.

- Dans nos contrées tempérées humides, on a le plus souvent affaire à un creusement d'un type particulier que caractérise une gouttière axiale relativement étroite et profonde dans laquelle s'encastre le tronc, de part et d'autre de laquelle sont ménagées deux banquettes latérales sur lesquelles reposent les bras (humérus), écartés du thorax. La cage thoracique est enserrée dans la gouttière comme dans un corset orthopédique, les côtes prennent appui par la majeure partie de leur longueur contre les parois de la dépression centrale de sorte

centré sur les articulations costo-transversaires qui entraîne naturellement une ascension de leur segment postérieur : la tête de la côte de rang N se trouve alors à hauteur du corps de la vertèbre de rang N - 1. Seules, les premières, dixièmes (parfois), onzièmes et douzièmes côtes échappent à cette règle, leur tête s'articulant avec le corps de la seule vertèbre de même rang.

Les côtes sont beaucoup plus horizontales chez les enfants en bas âge, et notamment chez les nouveaunés : dans les sépultures de sujets décédés au cours de la période périnatale, il est de ce fait banal d'observer des mouvements inverses de ceux que nous venons d'évoquer, avec une ascension de l'extrémité sternale des côtes (voir figure 9). Une telle disposition est en revanche exceptionnelle pour des individus plus âgés et doit nécessairement faire évoquer une perturbation liée à un facteur autre que la seule pesanteur (voir Figure 19).

qu'elles restent dans leur agencement originel même lorsque les éléments organiques ont disparu. On observe de même un pendage accentué des scapulas qui sont elles aussi plaquées contre les parois de la gouttière axiale. Dans ce cas, ce n'est donc pas la mise à plat du thorax survenue au cours de la décomposition qui est porteuse d'information - le phénomène est au demeurant si banal que les archéologues semblent ne s'en être jamais étonnés - mais au contraire le fait que ce déplacement ne s'est pas produit. Il en découle une donnée pertinente sur l'architecture de la tombe, en l'occurrence la forme du creusement (Figure 9).

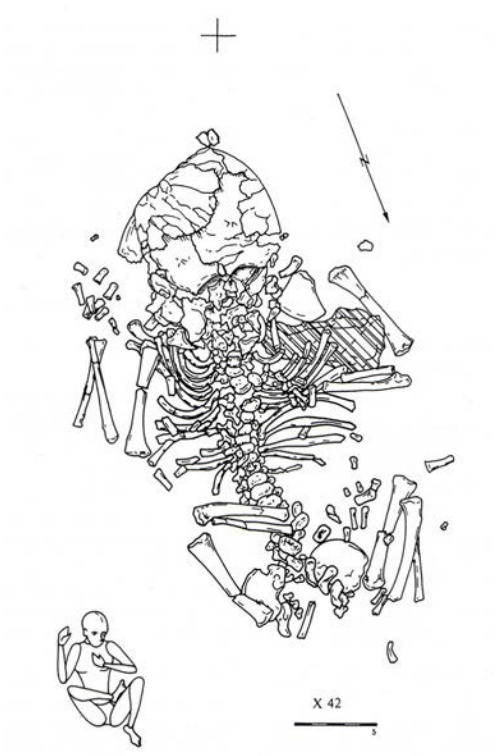


Figure 9 – Relevé synthétique d'une sépulture d'enfant mort en période périnatale du V^{e} siècle av. J.-C (*oppidum* du Plan de la Tour à Gailhan, Gard, France) [13]. Le corps a été déposé dans une fosse comportant une gouttière axiale étroite enserrant le tronc et deux banquettes latérales sur lesquelles reposent les membres supérieurs. Le volume thoracique est presque totalement préservé (il existe un dénivelé de 5,5 cm entre l'extrémité sternale et la tête des côtes moyennes) ; on notera par ailleurs l'ouverture en éventail du gril costal gauche et le basculement en direction supérieure (donc vers la tête) du gril costal droit. (Document H. Duday, fouille B. Dedet, H. Duday et A.-M. Tillier.)

4.2 La dislocation partielle de la colonne vertébrale

À la fouille, il n'est pas rare que la colonne thoracique et lombaire apparaisse segmentée en sous-unités composées de plusieurs vertèbres (généralement de deux à cinq) en connexion stricte, entre lesquelles on note une disjonction plus ou moins marquée. À l'exception des cas où le corps est couché sur le dos de manière parfaitement sy-

métrique, reposant sur un sédiment plan et meuble, la colonne vertébrale est en effet soumise au cours de la décomposition à des contraintes qui s'exercent sous la forme de couples de torsion. Ceux-ci sont particulièrement importants lorsque le sujet repose sur le côté (rotation partielle du tronc par rapport au bassin). Tant que les ligaments tiennent, ces forces n'entraînent aucun mouvement, mais là où les contentions lâchent en premier, il se produit un déplacement par rotation, par translation ou par angulation. Ce mouvement épuise les forces qui s'exercent sur le rachis, jusqu'à ce qu'un autre déplacement intervienne à distance, au niveau de l'espace intervertébral qui lâchera en second... D'après les recherches menées par D. Peressinotto [14], la première rupture de continuité du rachis au niveau du tronc intervient le plus souvent à hauteur de l'un des espaces intervertébraux compris entre T12 et L2 : la cause pourrait en être la libération des matière fécales et des bactéries en relation avec la destruction de la paroi du côlon transverse [24], ou bien la libération des sucs gastriques ou des produits fortement corrosifs libérés par la décomposition du pancréas.

4.3 L'effondrement du bassin

Le sacrum est enfoncé comme un coin à base antérieure entre les deux ailes iliaques ; la destruction des ligaments sacro-iliaques s'accompagne donc de la migration du sacrum vers l'avant, dans l'espace libéré par la destruction des viscères pelviens. Si le sujet est couché sur le côté, l'os coxal situé le plus haut va également tomber à l'intérieur du bassin ; en revanche, s'il est couché sur le dos, le déplacement est plus limité, les deux os coxaux basculant légèrement vers l'arrière, en direction de l'espace créé par la destruction des masses fessières. Il va de soi que les mouvements seront plus importants chez les sujets immatures dont les éléments constitutifs des os coxaux ne sont pas encore fusionnés ; lorsque les masses cartilagineuses qui relient l'ilium, l'ischium et le pubis disparaissent, ces trois pièces évoluent de manière indépendante sous l'action de la pesanteur et elles s'effondrent d'une manière plus ou moins désordonnée à l'intérieur du pelvis.

Ainsi, bien que la littérature archéologique n'en fasse que très exceptionnellement état, il existe presque toujours des différences entre l'agencement originel du squelette et celui que l'on observe à la fouille, même en l'absence de tout remaniement lié à une cause extrinsèque. Ces dislocations obéissent à des mécanismes logiques, relativement simples, qui sont dictés à la fois par la chronologie relative de destruction des contentions articulaires [25] et par l'action de la pesanteur, celle-ci s'exprimant de manière variable selon la position du corps. À la limite, c'est plutôt l'absence de toute perturbation qui peut dans certains cas apporter des informations significatives sur le dispositif funéraire. Mais le fait que ces déplacements se réalisent est indépendant du caractère labile ou persistant des articulations : les structures les plus persistantes de l'organisme cèdent très tard, mais elles finissent toujours par céder [26] et dès lors, si les os concernés sont en situation de déséquilibre, ils se déplacent sous l'effet de la

24. Le niveau auquel le côlon transverse croise l'axe vertébral est assez variable, mais la plupart des auteurs le situent aux alentours de L2 ou L3. Il est cependant possible qu'il remonte lorsque le corps est allongé.

25. Les contentions qui nous concernent plus particulièrement ici sont en général constituées de tissu fibreux (ligaments péri-articulaires, tissu fibreux intra-articulaire des sutures crâniennes), cartilagineux (suture basi-sphénoïdale, articulations costo-sternales), ou fibro-cartilagineux (disques intervertébraux).

26. Sauf bien sûr dans les cas de momification, dessiccation, congélation...

pesanteur. Pour affirmer que l'on se trouve en présence d'un dépôt primaire, il n'est donc pas nécessaire d'observer la préservation stricte de toutes les connexions anatomiques, ce qui est tout à fait exceptionnel même si la tombe n'est pas remaniée ; il suffit d'observer des connexions intéressant des articulations que l'on sait être labiles.

4.4 La fermeture des angles inter-segmentaires, ou une exagération naturelle de l'attitude contractée du squelette

Lorsque le défunt repose en pleine terre dans une attitude contractée, la pression périphérique du sédiment peut induire la fermeture progressive des angles inter-segmentaires, le degré de flexion des articulations augmentant progressivement avec la fonte des masses musculaires et des viscères. La découverte d'un squelette en position « hypercontractée », avec les grands os longs des membres qui viennent au contact les uns des autres (Figure 11), n'implique donc pas forcément que le corps a subi un décharnement pré-sépulcral, ni qu'il a été étroitement ligoté ou enfermé dans un sac.

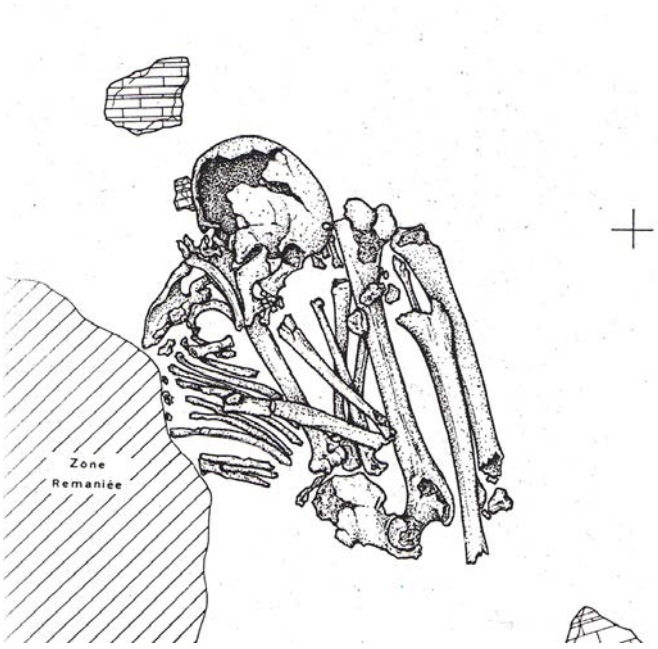


Figure 10 – Relevé synthétique du squelette d'une femme adulte en position « hypercontractée » (hypogée chalcolithique du Devois de l'Étang à Tresques, Gard, France). La fermeture exagérée des angles intersegmentaires peut être due à la pression périphérique du sédiment. (Document H. Duday.)

5 Contributions des observations ostéologiques à la restitution de l'architecture funéraire

Les données ostéologiques de terrain permettent souvent de préciser le milieu au sein duquel s'est opérée la décomposition du corps. À ce titre, la dynamique taphonomique concourt, parfois de manière déterminante, à le restitution des architectures ; lorsque

le contenant n'a pas laissé de vestiges directement observables, elle constitue même le seul moyen qui permette de restituer le dispositif funéraire.

5.1 La décomposition du corps dans un espace vide

La décomposition dans un espace vide est dans certains cas évidente, que ce soit en raison de particularités de la tombe (par exemple un sarcophage hermétique encore vide de sédiment) ou parce que le squelette repose à la surface du sol dans une cavité naturelle ; il suffit alors de réfuter l'hypothèse d'un corps enseveli qui aurait ultérieurement été dégagé par des agents naturels ou par l'homme.

L'argumentation est plus délicate lorsqu'au moment de leur découverte, les ossements sont recouverts de sédiment. Le raisonnement que l'on va appliquer est le suivant : la destruction des contentions articulaires a progressivement libéré les pièces osseuses qui sont alors devenues mobiles, et si la décomposition s'est déroulée dans un espace vide, certains os ont pu sortir du volume initial du corps, sous l'effet de la pesanteur ou de tout autre facteur. Pour que l'observation soit réellement significative, il faut cependant éliminer l'éventualité d'interventions ultérieures qui auraient eu pour effet d'« ouvrir» un espace vide dans une tombe initialement colmatée (passage d'un terrier, creusement d'une fosse...).

Quand ils sont dus à la gravité, ces mouvements dépendent évidemment de la position originelle du corps : les seuls os qui sont susceptibles de tomber dans le volume extérieur au corps sont ceux que la décomposition libère en situation de déséquilibre par rapport à celui-ci ; mais comme certaines attitudes sont relativement stéréotypées, on retrouve assez régulièrement des modalités qui méritent d'être explicitées :

- Lorsque le sujet est couché sur le dos, l'ouverture du bassin pourra aller jusqu'à la mise à plat des os coxaux et la disjonction complète de la symphyse pubienne qui s'ouvre en avant. Le basculement des os coxaux repousse les têtes fémorales engagées dans les cavités acétabulaires, ce qui induit la rotation latérale des fémurs et la chute des patellas en dehors des genoux. Ce dernier indice est facile à repérer ; il constitue un argument pertinent en faveur d'une décomposition dans un espace vide [27].

- En revanche, si le corps repose sur le côté, une scapula et un os coxal au moins peuvent se trouver sur chant et donc basculer en arrière du tronc.

Nous sommes parfois confrontés à des tombes dans lesquelles le sacrum, le sternum, les côtes, quelques vertèbres (des cervicales principalement, mais aussi les lombaires inférieures) et parfois le bloc crânio-facial ont subi des déplacements d'une amplitude considérable ; le fait qu'il s'agit très précisément des pièces du squelette dont la masse volumique est la plus faible suggère une cause autre que la pesanteur : effectivement, il a été possible de montrer que ces sépultures sont susceptibles d'avoir été ennoyées

27. Ce critère est d'autant plus intéressant qu'il est possible de le retrouver dans les archives de fouilles ; il faut toutefois se méfier des fausses informations ; il n'est en effet pas rare qu'avant de prendre les photographies, l'archéologue ait remis «en position» des os qui avaient été malencontreusement déplacés lors du décapage, comme le montrent les cas que nous avons observés où des erreurs anatomiques avaient été commises : face articulaire (postérieure) tournée vers l'avant, apex (pointe inférieure) dirigée vers le haut... De telles anomalies amènent bien évidemment à douter de toute la documentation relative au site considéré.

par une remontée de la nappe phréatique, et il est probable que les os ont été flottés [28]. Mais quelle qu'en soit la cause, il est clair que des mouvements d'une telle amplitude ne peuvent se produire que dans un espace vide.

D'autres déplacements sont dus à l'effondrement du plafond ou des parois latérales de la sépulture. D. Mordant [15] a également insisté sur les informations que peut apporter la fragmentation des os lorsqu'elle est liée à ces mêmes causes ; ici aussi, la restitution de l'architecture bénéficie d'observations relatives au squelette.

5.2 Un « piège » classique dans la restitution de la position originelle du corps : la rotation de la tête

Un exemple très significatif concerne la rotation de la tête : celle-ci peut effectivement avoir une valeur symbolique (orientation du regard) et donc relever des pratiques funéraires, de sorte qu'il importe de la discuter. Il faut cependant contrôler qu'elle correspond bien à la position originelle du corps. Elle peut en effet être d'origine taphonomique, liée à l'action de la pesanteur sur le bloc crânio-facial que la rupture des contentions occipito-vertébrales place en équilibre instable (par exemple lorsque l'écaille occipitale, que sa convexité peut apparenter à une calotte sphérique, repose sur une surface plane). Chez le sujet vivant et donc sur le cadavre frais, la rotation de la tête met en jeu l'ensemble du rachis cervical [16, p. 206-213], mais de manière très inégale ; l'amplitude du mouvement est beaucoup plus forte entre les deux premières vertèbres, l'atlas et l'axis (c'est à ce seul étage que s'effectuent environ les deux tiers de la rotation), alors que le mouvement possible se limite à une composante « parasite » de rotation de 2° ou 3° à peine pour chaque étage intervertébral entre l'axis et la septième vertèbre cervicale (soit à peine 20° pour l'ensemble). Lors de la décomposition, il peut arriver que la disjonction initiale affecte l'interligne atlas / axis, mais cela semble tout à fait exceptionnel. C'est beaucoup plus souvent l'intervalle entre l'axis et la troisième cervicale, ou entre la troisième et la quatrième cervicales qui est concerné, parfois même entre la quatrième et la cinquième. La position respective des vertèbres cervicales supérieures et moyennes est donc déterminante : la continuité préservée de l'ensemble, avec à chaque étage un degré de rotation conforme aux données de la biomécanique, témoignera d'une authentique rotation originelle de la tête, éventuellement porteuse d'une signification rituelle ; à l'inverse, une dislocation limitée à un seul espace intervertébral et dont l'amplitude, proche de 90°, dépasse largement celle qu'autorise la morphologie du squelette et des ligaments sera l'indice d'une rotation différée consécutive à l'action des processus taphonomiques (en basculant, le bloc crânio-facial entraîne avec lui les vertèbres situées au-dessus de la rupture). Il est donc indispensable d'observer cette région après enlèvement du crâne et de la mandibule lorsque ceux-ci masquent la partie supérieure du rachis cervical [29], faute de quoi on

28. Il arrive parfois que la cavité endocrânienne montre des niveaux horizontaux qui témoignent de la stagnation d'un liquide à l'intérieur de la tombe (par exemple dans un cercueil monoxyle en bois, observation de F. Lambach dans la nécropole protohistorique de Nordhouse en Alsace, ou dans un sarcophage de pierre, observation de l'auteur dans la nécropole grecque archaïque de Mégara Hyblaea en Sicile).

29. Il est parfois possible de retrouver certains éléments manquants nécessaires à la discussion par l'examen attentif des archives de fouilles. Mais dans ce cas, la tentative est bien souvent infructueuse : le relevé sur plan et la prise des photographies sont en effet systématiquement réalisés au stade de «décapage optimal» du squelette, afin de mettre en évidence la position du plus grand nombre d'ossements. À cet effet, le crâne et la mandibule sont naturellement laissés en place, de sorte que l'agencement réciproque des vertèbres cervicales supérieures n'apparaît pas sur les clichés.

risque de mêler sans discernement dans une même classe des tombes pour lesquelles la position initiale de l'extrémité céphalique était différente.

Si les observations pertinentes n'ont pas été réalisées lors de la fouille, il est parfois possible d'obtenir des informations significatives en considérant la disposition réciproque des éléments du squelette céphalique. Il n'est pas rare que la mandibule repose en avant ou juste en dehors du rachis cervical, en vue supérieure ou antéro-supérieure, alors que le bloc crânio-facial est tombé latéralement (vers la droite s'il apparaît en vue latérale gauche, et inversement). Il y a alors de fortes chances pour que cette **disjonction crânio-mandibulaire** témoigne d'une rotation survenue en cours de décomposition : la mandibule s'est désolidarisée de la base du crâne et elle est tombée à l'aplomb de la position qu'elle occupait, puis les ligaments intervertébraux ont lâché à l'étage cervical moyen et le bloc crânio-facial a alors basculé sur un côté. Il semble toutefois que le lâchage des contentions temporo-mandibulaires intervienne tantôt avant celui du rachis cervical (il y a dans ce cas dissociation des deux pièces osseuses [30]), tantôt après : dans ce dernier cas, le basculement intéresse simultanément les deux pièces qui resteront en connexion plus ou moins stricte, alors même que la tête se trouvait à l'origine en position axiale. En conclusion, une disjonction crânio-mandibulaire signe généralement une rotation de la tête d'origine taphonomique, alors que l'observation d'une tête se présentant en vue latérale, la mandibule en connexion avec la base du crâne, peut correspondre soit à une rotation originelle, soit à une rotation d'origine taphonomique chez un sujet pour lequel les ligaments de l'articulation temporo-mandibulaire ont persisté plus longtemps que ceux de l'articulation ayant cédé la première à l'étage cervical.

5.3 La décomposition dans un espace colmaté (tombe « en pleine terre »)

La démarche se fonde sur les mêmes principes que pour un espace vide, mais le raisonnement est diamétralement opposé : lorsqu'un os libéré par la disparition des parties molles se trouve en situation de déséquilibre par rapport au volume extérieur au cadavre, il doit normalement tomber dans ce volume ; si le déplacement ne se produit pas, c'est que ce volume n'est pas assimilable à un espace vide. Ainsi, dans une sépulture du Néolithique moyen mise au jour sur le site des Plots à Berriac (Aude, France) [17], un adulte a été inhumé en *procubitus* dans une fosse circulaire (Figure 11a-b). Sa main droite enserrait le genou droit ; manifestement, les phalanges distales des doigts se trouvaient en déséquilibre potentiel par rapport au volume extérieur au cadavre dans lequel elles auraient donc dû basculer après la disparition des ligaments interphalangiens. Or elles sont restées très exactement à leur emplacement originel. Cette constatation négative revient à démontrer l'existence d'un **effet de paroi** [31], et la dis-

30. La présence d'un ménisque rend cette articulation très instable lorsque celui-ci se détruit ou est libéré, dès lors que la bouche est ouverte : le condyle mandibulaire, convexe, n'est en effet plus engagé dans la fosse mandibulaire de l'os temporal, il se trouve au contraire en regard d'une surface convexe, le condyle temporal.

31. Il est à regretter que beaucoup d'auteurs utilisent indifféremment le terme d'effet de paroi, concept classique en archéologie, pour désigner deux phénomènes différents : le premier, que nous venons de développer, correspond à ce que j'ai appelé un **effet de butée** ou **effet d'appui** ; un élément, quelle que soit sa nature (pierre, os, céramique, objet métallique), a été maintenu dans une situation apparemment instable parce qu'il prenait appui contre une structure qui a empêché sa chute ; le second correspond plutôt à ce qu'on pourrait appeler un **effet de délimitation linéaire** ; un ensemble de vestiges s'organise de telle

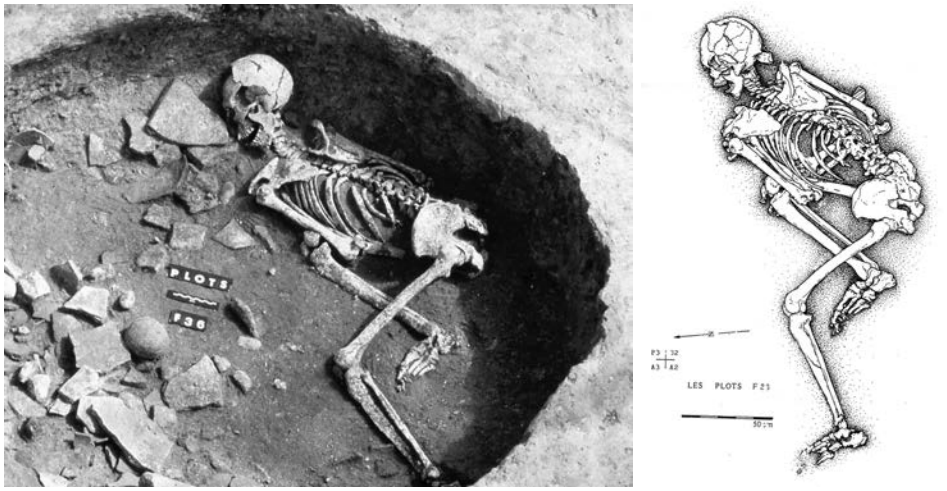


Figure 11 – Sépulture du Néolithique moyen F36 du site des Plots à Berriac (Aude, France). (a) vue d'ensemble du silo dans lequel le corps a été inhumé ; (b) relevé synthétique : la main droite enserre le genou droit, les phalanges distales n'ont pas basculé dans le volume extérieur au cadavre, signe probable d'une décomposition en pleine terre. (Document H. Duday, fouille J. Vaquer et H. Duday.)

cussion doit alors porter sur la nature de cette paroi qui a empêché l'os de sortir du volume corporel : il peut s'agir soit de la limite de la fosse ou de la chambre funéraire (ce qui n'est évidemment pas le cas ici), soit d'une paroi périssable située à distance de celle-ci (par exemple la planche latérale d'un cercueil, mais on voit dans le cas présent que le genou droit se situe en retrait par rapport aux points les plus saillants du corps, à savoir l'os frontal, l'épaule gauche, l'extrémité du pied gauche), soit enfin de la terre avec laquelle la tombe a été remblayée aussitôt après la mise en place du corps, ou du moins avant la disjonction de la (ou des) articulation(s) considérée(s). La discrimination entre ces diverses possibilités repose sur des arguments qui relèvent des méthodes générales de l'archéologie et non plus des observations ostéologiques : définition des unités stratigraphiques entre roche encaissante et terre de comblement, repérage des clous de cercueil, des résidus ligneux...

Cependant, nous sommes parfois confrontés à des informations discordantes sinon contradictoires. Ainsi, dans l'atelier de potiers gallo-romains de Sallèles-d'Aude (Aude, France) [7], un enfant de quelques mois avait été inhumé dans un caisson construit en tuiles plates (*tegulae*). La couverture s'était ultérieurement effondrée à l'intérieur du coffre et il subsistait même un espace encore vide au-dessous d'une tuile qui s'était calée en position oblique contre une paroi ; il ne fait donc aucun doute qu'à l'origine l'architecture ménageait un espace vide qui s'est maintenu très longtemps. Or l'enfant était allongé sur le dos, les genoux surélevés et les jambes croisées, et les fémurs d'un côté, les tibias et fibulas de l'autre avaient conservé leurs pendages inverses, alors qu'ils

manière qu'il présente une limite régulière, plus ou moins continue. Certes, cette brusque interruption est souvent due elle aussi à la présence d'une paroi aujourd'hui disparue (par exemple la planche latérale d'un cercueil), mais il me semble nécessaire d'introduire une distinction afin d'éviter toute confusion entre la typologie des faits observés et celle des processus qui les ont induits.

auraient dû tomber sur le fond de la tombe dès l'instant où les cartilages et ligaments des genoux ont disparu. L'explication en est simple car le squelette était pris dans une couche d'argile fine et homogène, épaisse de quelques centimètres ; il est probable que peu de temps après l'inhumation, la tombe a été inondée et qu'une coulée de boue a ennoyé le petit cadavre, plaçant désormais celui-ci dans des conditions assimilables à une inhumation en pleine terre. La réalité architecturale est bien celle d'un coffre vide de sédiment, mais l'infiltration rapide de l'argile au niveau du corps a généré l'image d'une décomposition en espace colmaté. Il n'y a donc rien d'incohérent dans cette observation.

Au total, on retiendra donc que la caractérisation du milieu dans lequel le corps s'est décomposé (espace vide ou colmaté ?) repose sur les relations entre les diverses pièces du squelette et le volume extérieur au cadavre. Il arrive parfois que l'on tire d'utiles informations d'un autre processus, que nous allons maintenant évoquer.

6 Le comblement du volume intérieur au cadavre

Il est surprenant de constater à quel point la littérature archéologique a passé sous silence un événement taphonomique pourtant essentiel, le colmatage du volume libéré par la disparition des parties molles : pour la plupart des sépultures primaires (hormis celles qui sont contenues dans des salles souterraines, des chambres maçonnées ou des sarcophages hermétiques), la principale différence entre le moment où le dépôt a été constitué et le moment où nous le fouillons réside dans le fait que les muscles, les viscères et les masses adipeuses ont été remplacés par du sédiment. Nous devons évidemment nous préoccuper de savoir à quel moment survient cette « transsubstantiation » (c'est pourquoi je parle parfois d'un « miracle des sépultures »...) et quels en sont les mécanismes.

6.1 Colmatage différé, colmatage progressif

La décomposition des parties molles crée des espaces vides dans lesquels les os, lorsqu'ils sont à leur tour libérés par la destruction des ligaments, sont susceptibles de se déplacer sous l'effet de la pesanteur ; nous avons précédemment évoqué ce mécanisme pour expliquer les différences entre la position originelle du squelette et celle que l'on observe à la fouille. Ces mouvements n'ont évidemment été possibles que parce que ces espaces vides, intérieurs au volume originel du corps, ont eu une réalité effective ; leur colmatage par la terre, qui empêche tout déplacement ultérieur, n'a donc pas immédiatement suivi la disparition des chairs : on parle alors d'un **colmatage différé**.

À l'inverse, si des os ont été maintenus dans leur position initiale alors qu'ils étaient en déséquilibre par rapport au volume intérieur du corps, il faut conclure à un **colmatage progressif** : le sédiment avoisinant s'est substitué aux éléments périssables du cadavre au fur et à mesure que ceux-ci disparaissaient (Figure 12). Dans tous les cas que j'ai pu observer personnellement, il s'agissait d'un sédiment particulièrement fluide (sable fin, cendres impalpables) qui s'est infiltré par percolation (et donc sous l'action de la pesanteur), mécanisme que je qualifierais volontiers d'« effet de sablier ». Ce phénomène ne peut évidemment se produire que si le sédiment se trouve au contact

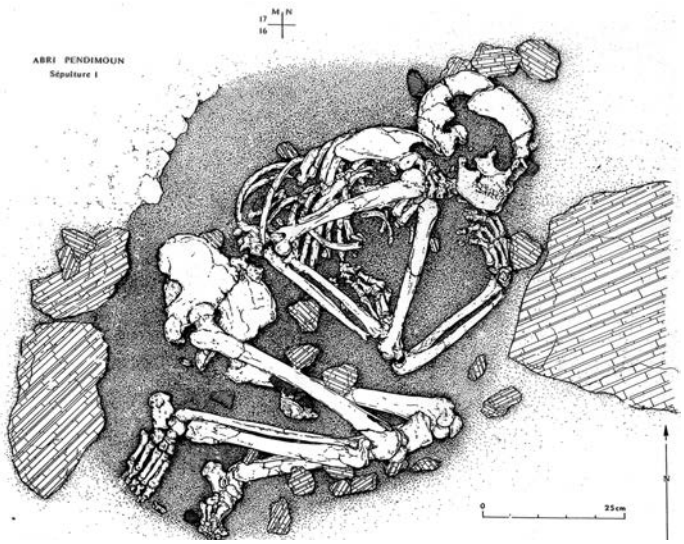


FIGURE 12 – Un exemple de colmatage progressif des volumes libérés par la disparition des parties molles, une sépulture du Néolithique ancien dans l'Abri Pendimoun à Castellar (Alpes-Maritimes, France) [18]. Le pied gauche est redressé presque à la verticale contre la paroi de la fosse, l'ensemble des os de la main gauche est resté sur chant au contact du menton, en connexion stricte, et la grande corne droite de l'os hyoïde apparaît en place, juste au-dessous du bord inférieure de la mandibule. Tous ces os étaient pourtant en déséquilibre potentiel par rapport au volume intérieur au cadavre (effet de « sablier », le sédiment étant constitué de cendres pulvérulentes). (Document H. Duday, fouille D. Binder et H. Duday.)

immédiat du corps : sa mise en évidence constitue donc la preuve indirecte mais certaine d'un dépôt en pleine terre.

6.2 Les mécanismes du colmatage du volume libéré par la disparition des parties molles

Divers mécanismes interviennent dans le colmatage du volume intérieur au cadavre : la descente du sédiment sus-jacent sous l'effet de la pesanteur, le gonflement de la terre par humidification (« foisonnement » de l'argile), et surtout l'action des agents biologiques parmi lesquels les lombrics jouent un rôle déterminant : l'enrichissement du sol par les matières organiques en putréfaction les attire en grand nombre et leurs déjections s'accumulent à proximité et à l'intérieur du squelette. La connaissance de tels phénomènes est essentielle en archéologie funéraire : la terre « noire » ou « organique » des sépultures ne correspond pas forcément au comblement de la fosse par l'homme ; elle peut simplement indiquer la zone où l'action des vers de terre a été la plus intense, ce qui relativise la validité de certaines déductions concernant par exemple les limites de creusement des fosses funéraires...

Pour vérifier la véracité de cette remarque, il suffit de poursuivre la fouille après le démontage du squelette. On a alors souvent la surprise de constater que la terre « plus brune, plus aérée, plus grumeleuse », en un mot plus « organique » que les fouilleurs considèrent comme caractérisant le remplissage des fosses se retrouve sur

quelques centimètres au-dessous du niveau sur lequel le cadavre s'est décomposé. Certes, il est possible que celui-ci ait été surélevé par un support périssable au-dessus du fond de la fosse (par exemple dans le cas d'un cercueil reposant sur des pierres de calage, *cf. infra*), mais en général, cette différence effective perçue lors de la fouille marque la distinction non pas entre le sédiment encaissant et le remplissage de la fosse, mais entre le sédiment en place et la zone où l'activité des lombrics a été particulièrement intense. Les incidences de cette erreur d'interprétation peuvent être relativement lourdes lorsqu'il s'agit d'apprécier les éventuels recoupements de fosses, les espaces libres entre les tombes et aussi les relations entre le corps en décomposition et les parois de la fosse...

6.3 Un cas très particulier de colmatage partiel du volume interne au cadavre antérieur à l'inhumation

Il concerne une observation tout à fait extraordinaire qu'a réalisée M.-L. Pinheiro Blot lors de la fouille des fosses où avaient été inhumés des marins noyés lors du naufrage du navire *San Pedro de Alcantara* à Peniche (Portugal), en février 1786. Les corps avaient été rejetés à la côte sur les plages de cette petite péninsule ; plusieurs squelettes en connexion ont montré des accumulations de sable et de fragments de tests d'oursins qui comblaient certaines cavités anatomiques (fosses nasales, bouche, larynx, trachée) ; ils en dessinaient encore les contours de manière tout à fait précise, longtemps après que les chairs se furent décomposées [19].

7 Les interactions entre le corps en décomposition, son contenant ou son support

La forme même du contenant joue nécessairement sur la position du corps [32]. Elle conditionne aussi l'évolution taphonomique de celui-ci, et nous en citerons quelques exemples désormais classiques qui ont parfois donné lieu à des interprétations erronées.

7.1 La décomposition d'un cadavre assis

L'inhumation de défunts en position assise est attestée à diverses périodes en Europe occidentale, mais elle y est relativement rare. Elle est en revanche beaucoup plus répandue dans d'autres contrées du globe, notamment dans les cultures de l'Amérique précolombienne. Je prendrai pour exemple l'une des tombes d'un cimetière de samouraïs du XVII^{e} siècle fouillé il y a une trentaine d'années au Japon, parce que les cercueils en bois de forme tronconique y sont parfaitement conservés (Figure 13) et hermétiquement clos, de sorte que T. Nara [21] a pu observer à la fois les caractéristiques des contenants et leurs incidences sur les déplacements qu'ont subis les os après la disparition des ligaments.

Sur la photographie prise juste après l'enlèvement du couvercle de bois, on voit les grands os longs des membres inférieurs en appui contre la paroi (en haut à gauche), au centre le bassin largement ouvert sur le fond du cercueil, avec les vertèbres lombaires

32. On se reportera utilement aux diverses études regroupées dans les actes de la journée d'étude « Rencontre autour du cercueil » [20]. Ce volume rassemble un certain nombre de contributions qui sont pour la plupart soit des typologies et notices techniques concernant la structure des cercueils, soit des propositions interprétatives à partir d'observations de fouille.



FIGURE 13 – Décomposition d'un corps assis dans un cercueil circulaire aux parois légèrement évasées vers le haut (cimetière de samouraïs du temple de Zoujouji, Japon, XVII^{e} siècle de notre ère). (Document T. Nara.)

en connexion ; le thorax et le squelette céphalique se sont effondrés vers la droite, la rupture du rachis semblant s'être produite à peu près au niveau de la douzième vertèbre thoracique ; le squelette du tronc apparaît globalement en vue postérieure, mais il est manifeste que lorsque ce mouvement s'est produit, la scapula gauche avait déjà glissé le long de l'hémi-thorax gauche. Elle apparaît elle aussi en vue postérieure, à peu près à l'aplomb de la position qu'elle devait initialement occuper, mais elle a basculé vers l'intérieur de la cuve où elle est venue recouvrir en partie les vertèbres lombaires supérieures. Le membre supérieur gauche s'est affaissé sur le fond de la cuve, le coude en connexion, la tête humérale dissociée de la scapula. Cette image correspond assez précisément aux observations qui ont pu être faites à de nombreuses reprises dans des sépultures amérindiennes, notamment au Mexique et au Pérou. Dans ces dernières, il a souvent été signalé le fait que les pieds, reposant à plat sur le sol de la chambre funéraire, restent généralement en connexion alors que les parties du corps situées plus haut ont tendance à s'effondrer.

Une meilleure connaissance de ces mécanismes taphonomiques permet de faire la part entre une inhumation en position assise et une recomposition du corps consécutive à son démembrement (voir la contribution de P. Courtaud dans ce volume).

7.2 Un effet de la compression transversale du corps au niveau des épaules : la verticalisation des clavicules

On peut mettre en évidence les effets d'une compression transversale lorsque le corps gît sur le dos dans un contenant dont la largeur est nettement inférieure à la largeur bi-acromiale du défunt : l'exiguïté du contenant a pour effet de projeter les épaules (et donc notamment l'extrémité latérale des clavicules) en avant et en dedans en même temps qu'elles remontent en direction de l'extrémité céphalique ; dans le même temps, les humérus subissent une rotation médiale qui les fait apparaître par leur face latérale ou même postéro-latérale [33] et les scapulas, très obliques, se présentent par leur face antéro-latérale. À l'inverse, dans le processus de mise à plat de la cage thoracique, l'extrémité médiale des clavicules est entraînée vers le bas par le manubrium sternal qui suit habituellement le déplacement des premières côtes. Dans sa thèse, D. Peressinotto [14, p. 228-229] a en effet démontré le caractère relativement persistant des articulations qui unissent ces trois pièces, à la partie antéro-supérieure du thorax. Ces deux mouvements combinés induisent habituellement une forte augmentation de l'obliquité des clavicules et parfois même leur « verticalisation » ; elles tendent à devenir parallèles à l'axe rachidien (Figure 14), alors que normalement, elles sont presque perpendiculaires à celui-ci.

Il faut cependant comprendre que tout dispositif ayant pour effet de repousser les épaules à la fois en haut, en avant et en dedans donnera aux clavicules une forte obliquité : il peut s'agir d'un linceul serré, mais aussi d'un cercueil étroit ou d'une fosse en gouttière étroite, tout particulièrement dans les cas où il existe une logette céphalique dont le fond est surélevé par rapport au fond de la fosse, avec une marche de quelques centimètres en arrière de la partie supérieure du thorax et des épaules. Ce que nous reconnaissons, ce sont les conséquences d'un processus qui tient d'une part du dispositif originel de la tombe et d'autre part de la taphonomique dynamique du tronc (modalités d'affaissement du thorax).

Bien évidemment, cet effet peut être unilatéral, par exemple lorsque le corps est tassé contre l'un des longs côtés du cercueil et à distance de l'autre (indice possible d'une inclinaison latérale du cercueil au moment où il a été descendu dans la fosse ?).

Au niveau du bassin, un effet similaire (qui est assimilable à un effet de paroi) peut empêcher la mise à plat des os coxaux, même lorsqu'il existe un espace vide.

7.3 La décomposition du corps dans un cercueil à section en « U »

On connaît désormais assez bien les caractéristiques qui permettent de conclure à la présence d'un cercueil à section en « U », par exemple un tronc d'arbre évidé (cercueil monoxyle). Il a en effet été possible d'observer directement les incidences taphonomiques d'un tel dispositif dans la nécropole protohistorique de Nordhouse, en Alsace, où les éléments ligneux étaient parfois conservés. Ces indices ne valent

33. Si l'avant-bras est ramené en avant du thorax ou de l'abdomen, la rotation médiale du bras sera en outre exagérée par l'affaissement du tronc lié à la mise à plat des côtes et la disparition des viscères ; le radius et l'ulna descendent en effet au contact des vertèbres et l'humérus prendra une orientation anatomique paradoxale, apparaissant par sa face postérieure, sa tête tournée en dehors semblant n'être plus en connexion avec la cavité glénoïdale de la scapula.

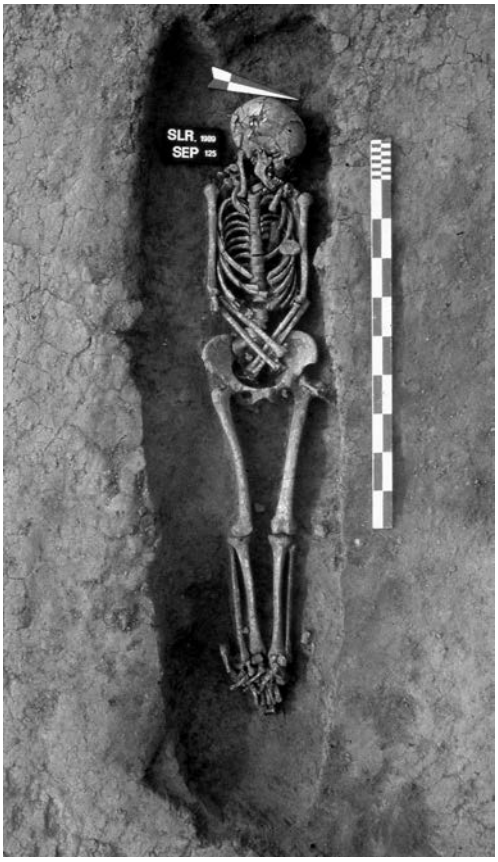


Figure 14 – Cimetière des Ruelles à Serris (Seine-et-Marne, France), Haut Moyen Âge. Un exemple de verticalisation des clavicules liée à un effet de contrainte transversale au niveau des épaules. (Cliché F. Gentili, document F. Blaizot et H. Guy.)

évidemment que pour des contenants assez étroits pour contraindre latéralement le corps.

On observe en général des indices de décomposition en espace vide, mais seulement sous la forme de déplacements longitudinaux des pièces osseuses, parfois de grande amplitude, car la remontée rapide des parois latérales empêche (ou limite considérablement) les déplacements transversaux. La pression exercée sur le corps par les parois latérales entraîne évidemment un redressement des clavicules pouvant aller jusqu'à la verticalisation (*cf. supra*) ; les scapulas présentent un pendage marqué vers la partie axiale du cercueil, ce dont témoigne la différence importante des cotes de profondeur entre la partie latérale (surélevée) et la partie médiale, qui se trouve à la même profondeur que le squelette axial (vertèbres) [34]. Il arrive parfois qu'en raison de ce pendage,

34. On doit donc objectiver l'inclinaison des scapulas en relevant les cotes de profondeur de leurs bords latéral et médial. Cependant, même si ces données n'ont pas été enregistrées, on peut souvent retrouver leur disposition en analysant les photographies zénithales archivées après la fouille : en cas d'obliquité marquée, le processus coracoïde paraîtra être en dedans de la cavité glénoïdale, et non plus en avant.

l'une ou l'autre des scapulas (ou les deux) ai(en)t glissé en se rapprochant de l'axe du corps. Si les branches du « U » sont fortement redressées, les épaules sont très en avant du tronc et au cours de la décomposition, la partie proximale de l'humérus (tête) bascule parfois en direction médiale, passant en dedans de la cavité articulaire de la scapula pour venir reposer sur les côtes de l'hémi-thorax homolatéral mises à plat.

Si le membre supérieur est en extension le long du tronc, la main se trouvant en dehors de la hanche, il n'est pas rare que l'avant-bras soit en situation de pronation forcée, la paume tournée en dehors ou plus souvent encore en dehors et en arrière. Le maintien des métacarpiens et phalanges dans cette position très particulière n'est évidemment possible que parce que la main reposait contre la paroi oblique du cercueil.

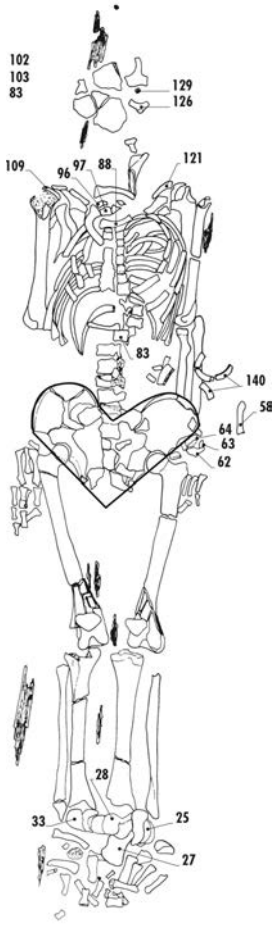


Figure 15 – Nécropole protohistorique de Nordhouse (Haut-Rhin, France), tumulus 2B, tombe 9. Disposition caractéristique des os coxaux « en cœur de carte à jouer », liée à la décomposition dans un cercueil à section en « U ». (Document F. Lambach et S. Plouin.)

Si le cercueil en « U » est suffisamment étroit, il ne peut évidemment pas y avoir de mise à plat totale du bassin. La remontée de la paroi empêche la rotation latérale du fémur qui est contraint à hauteur du grand trochanter, ce qui bloque le basculement complet de l'os coxal tel que nous l'avons décrit précédemment (paragraphe 5.1). De fait, il se produit bien un basculement mais le mouvement s'organise autour de la tête fémorale engagée dans la cavité acétabulaire (cavité articulaire de la hanche) ; la symphyse pubienne ne se disjoint pas, les tubérosités ischiatiques se rapprochent l'une de l'autre, venant presque sur la ligne médiane du corps, alors que les ailes iliaques ont tendance à s'ouvrir en dehors. Le bassin dans son ensemble prend alors un aspect caractéristique en « cœur de carte à jouer » (Figure 15).

Bien que le cercueil ait des longs côtés rectilignes, il est plus difficile d'observer ici des effets de type « délimitation linéaire ». Les parois sont en effet non seulement concaves mais également plus ou moins obliques, de sorte qu'une portion anatomique prenant appui assez haut contre la paroi se projettera plus en dehors qu'une portion venant buter contre le pied de la paroi. La discussion nécessite donc la prise en compte des profondeurs relatives de toutes les pièces osseuses étudiées. C'est pourquoi l'enregistrement des données en anthropologie de terrain comporte obligatoirement le relevé systématique d'un grand nombre de cotes d'altitude, sur la face d'apparition mais surtout sur la face la plus profonde des vestiges exhumés. Il faut même souvent disposer de plusieurs cotes pour un même os (crâne, scapulas, coxaux, grands os longs...), de manière à pouvoir restituer la configuration exacte du support (en l'occurrence le profil concave symétrique du contenant).

7.4 La décomposition du corps dans un cercueil à section en « V »

Lorsque le cercueil présente une section en « V », le corps est en appui contre les deux parois obliques et il n'atteint évidemment pas le fond du dièdre qu'elles forment ; au fur et à mesure qu'ils sont libérés par la décomposition, les os vont descendre le long de celles-ci et glisser en direction médiane, passant en arrière des parties plus volumineuses du corps qui présentent encore une cohésion suffisante parce qu'elles sont maintenues par des articulations plus persistantes. Les membres supérieurs peuvent ainsi se retrouver en arrière du tronc, il n'apparaissent donc qu'assez tard à la fouille ; les fémurs descendent en arrière des os coxaux (les têtes fémorales se déboîtent assez rapidement de l'acétabulum puisque la hanche est une articulation relativement labile), viennent au contact l'un de l'autre sur la ligne médiane et il n'est pas rare que dans ce déplacement, l'un des fémurs se retourne, apparaissant donc par sa face postérieure alors que le sujet était initialement couché sur le dos.

Les modifications les plus spectaculaires intéressent le squelette du tronc : les extrémités sternales des côtes convergent en chevrons vers la ligne médiane et les vertèbres semblent être passées en avant des côtes (Figure 16). L'explication en est simple. Lorsque le thorax se met à plat, les côtes trouvent habituellement leur équilibre quand leur extrémité antérieure vient au contact du fond plat de la tombe, et les côtes tombent donc de manière symétrique de part et d'autre du rachis, obliques en bas et en dehors. Dans le cas présent, la chute des côtes se poursuit puisqu'il n'y a pas de fond plat, leur extrémité sternale descend le long de la paroi oblique et migre en dedans et en arrière, passant en arrière de la colonne vertébrale qui est encore main-

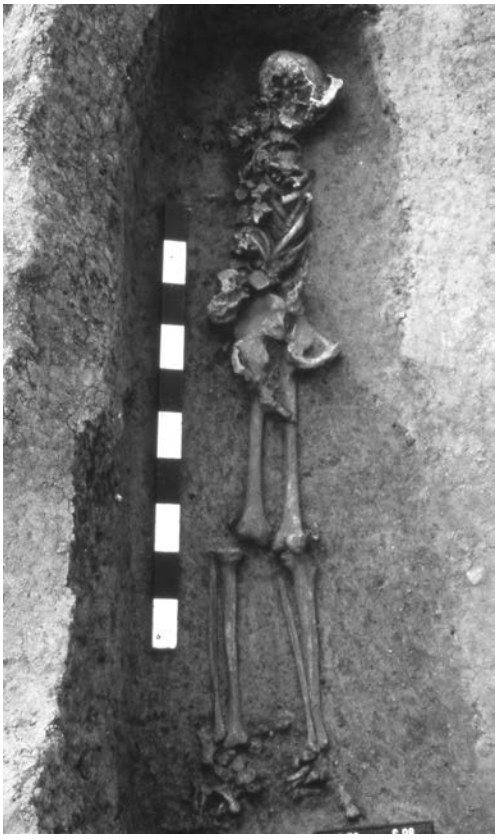


Figure 16 – Un exemple caractéristique de décomposition dans un cercueil à section en « V » (cimetière Saint-Chéron à Chartres, Eure-et-Loir, France, V^{e} siècle av. J.-C.). Les membres supérieurs ne sont apparus que plus tard, en arrière et en dehors du squelette du tronc. (Document D. Joly et P. Courtaud.)

tenue par des ligaments. Ce ne sont donc pas les vertèbres qui sont passées en avant des côtes mais la partie antérieure des côtes qui est passée en arrière des vertèbres.

Ici encore, les observations se fouille réalisées sur un site où les cercueils de bois étaient au moins en partie conservés se sont substituées à l'expérimentation et ont permis de comprendre les mécanismes taphonomiques. Sans l'observation qu'a su réaliser F. Lambach sur l'une des tombes de Nordhouse, je doute fort que l'on aurait imaginé cette forme très particulière de contenant. Ces déplacements caractérisent l'interaction entre le corps en décomposition et son support : celui-ci peut effectivement avoir dès l'origine eu un profil en « V », mais il peut aussi s'agir d'un support plat qui s'est ensuite scindé selon son axe longitudinal, les deux parties s'inclinant vers la ligne médiane. Si cette cassure survient relativement tôt, les os libérés par la putréfaction se trouveront désormais dans des conditions mécaniques analogues à celles d'un véritable support en « V ».

8 Espace vide originel / espace vide secondaire, les espaces vides « néoformés »

Il importe de distinguer les espaces vides originels, qui caractérisent la tombe au moment du dépôt, de ce que l'on pourrait désigner comme des espaces vides secondaires : ces derniers apparaissent dans le volume extérieur au corps [35] après un temps relativement long ; ils résultent de la disparition d'éléments de l'architecture ou de l'appareil funéraires en matière périssable dont la décomposition est plus lente que celle du cadavre. Des os déjà disjoints par la putréfaction peuvent alors glisser dans une cavité préexistante mais jusqu'alors inaccessible ou entièrement «néoformée», ce qui donne des images paradoxales souvent difficiles à interpréter.

8.1 La disparition d'un élément périssable de surélévation de la tête

La disparition secondaire d'un repose-tête en bois ou d'un coussin de cuir rempli de végétaux desséchés donnera l'image caractéristique d'une dislocation totale du crâne que suit généralement l'atlas, de la mandibule et des vertèbres cervicales supérieures (Figure 11). Il s'agit là de signes qu'il est facile de repérer ; il faut donc espérer qu'ils pourront bientôt être pris en compte dans les typologies archéologiques, puisqu'ils concernent un élément de l'appareil funéraire qui, certes, a totalement disparu mais dont les observations archéothanatologiques sont en mesure de démontrer l'existence.

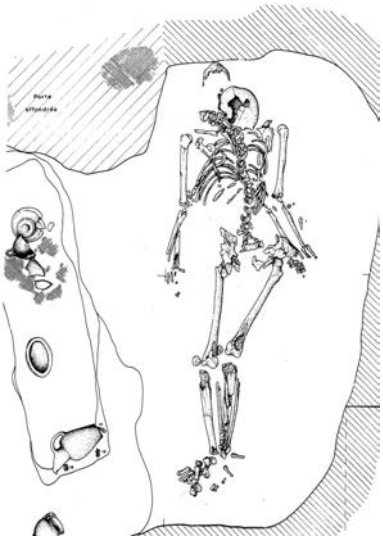


Figure 17 – Relevé synthétique d'un squelette féminin de la nécropole préromaine d'Aléria (Corse, France). La dissociation « en gerbe » du bloc crânio-facial (qui a basculé vers la gauche), de la mandibule (vers le haut) et du rachis cervical (vers la droite) permet d'envisager la présence d'un élément périssable de surélévation de la tête. (Document H. Duday.)

35. Certes, les volumes libérés par la disparition des parties molles constituent eux aussi des espaces vides secondaires, mais nous n'en parlerons pas ici dans la mesure où nous les avons discutés dans la partie consacrée au colmatage du volume intérieur au cadavre.



FIGURE 18 – Nécropole protohistorique de Nordhouse (Haut-Rhin, France). Un exemple de double espace vide « latéral » objectivé par la sortie des genoux dans l'espace compris entre la paroi de la fosse et le cercueil après l'effondrement d'un des longs côtés de celui-ci. (Cliché F. Lambach, document F. Lambach et S. Plouin.)

8.2 La dislocation du fond surélevé d'un cercueil : la notion de double espace vide et les « effets de plaque »

Il n'est pas rare que le cercueil ait été surélevé l'aide de pierres (qui seront encore en place au moment de la fouille) ou de traverses de bois (qui auront disparu [36]) ; son plancher, imprégné des produits issus de la décomposition du cadavre, finira par s'effondrer et certains os peuvent alors basculer au fond de la fosse, ce qu'aidera à prouver le relevé systématique des cotes d'altitude [22]. De fait, un tel mécanisme traduit l'existence d'un **double espace vide** : à l'intérieur du cercueil et au-dessous de celui-ci. Il se peut aussi que le double espace vide soit perceptible en direction latérale : si par exemple les genoux surélevés du défunt sont en appui contre l'un des longs côtés du cercueil, le destruction de la paroi de bois aura pour effet de faire passer les extrémités distales des fémurs et proximales des tibias dans l'intervalle compris entre le cercueil et la paroi latérale de la fosse, à condition bien sûr que cet intervalle soit un espace vide (ce qui implique la présence d'une couverture à la partie supérieure

36. Encore de nos jours, on utilise parfois un tel dispositif pour éviter de coincer les cordes qui ont servi à descendre le cercueil dans la fosse et faciliter leur retrait.

de la fosse). De telles informations sont particulièrement précieuses dans la restitution des architectures car le plus souvent, ces espaces ont ultérieurement été comblés par de la terre (infiltrations, éboulement des parois de la fosse...).

Il arrive assez souvent que le fond du cercueil se fragmente au niveau des traverses qui le surélèvent. Les portions de planches horizontales peuvent alors glisser les unes par rapport aux autres, se chevaucher ou au contraire s'écarter, alors même que les os qui reposent sur chacune d'elles restent en connexion plus ou moins stricte. Par assimilation aux mouvements des plaques tectoniques, j'ai désigné ce phénomène sous le nom d'**effet de plaque**. F. Blaizot a approfondi la réflexion à ce sujet à partir des nombreux exemples qu'elle a étudiés dans la nécropole de Serris [23], en développant notamment une typologie efficace concernant les incidences de ces déplacements sur la longueur respective des différents segments du tronc et des membres [24]. La sépulture 342 de cet important ensemble du Haut Moyen Âge constitue un excellent exemple des divers mouvements qui peuvent affecter le squelette dans de telles circonstances (Figure 19).



Figure 19 – Segmentation du fond d'un cercueil sur des traverses de bois dont l'emplacement probable est indiqué par les lignes blanches (sépulture 342 de la nécropole des Ruelles à Serris, Seine-et-Marne, France). (Photographie F. Gentili, document F. Blaizot et H. Guy.à

La portion supérieure a basculé en haut et en arrière dans l'espace compris entre le cercueil et le fond de la fosse, de sorte que le bloc crânio-facial s'est retourné, entraînant avec lui la mandibule et les quatre premières vertèbres cervicales [37], mais aussi l'humérus gauche, les deux scapulas, la clavicule droite et plusieurs côtes. À la partie inférieure du tronc, la traverse a occasionné une disjonction du rachis à mi-hauteur de la colonne lombaire et la dislocation des os des avant-bras. Enfin, on note un important chevauchement au niveau des genoux lié à un effet de plaque tout-à-fait caractéristique. La portion inférieure du plancher du cercueil est remontée d'une dizaine de centimètres, recouvrant probablement la partie inférieure des deux fémurs (ce qui expliquerait que lorsque le bois a fini de se décomposer, la patella droite soit passée de l'autre côté de la diaphyse fémorale) [38]. En ce qui concerne la chronologie relative de lâchage des articulations, on retiendra que la patella reste plus longtemps attachée au tibia (par le tendon patellaire, une puissante structure fibreuse) qu'au fémur (auquel elle est reliée par le muscle quadriceps, dont la décomposition est évidemment beaucoup plus rapide).

9 Taphonomie et chronologie : la perception du « temps court » dans l'histoire de sépultures

Même s'il semble impossible d'en donner une estimation précise, on sait que dans les conditions « moyennes » d'un cadavre protégé en milieu tempéré humide, le temps nécessaire à la dislocation des articulations les plus labiles n'excède sans doute pas quelques semaines, voire tout au plus deux ou trois mois. Cette appréciation du temps est donc beaucoup plus performante qu'elle ne peut généralement l'être par les méthodes physiques de datation ou par la chrono-typologie des objets mis au jour dans les sites archéologiques.

L'archéothanatologie tire systématiquement partie de cette perception du « temps court » pour reconstituer l'histoire des sépultures et parfois même des sites où elles sont mises au jour.

9.1 La chronologie relative des dépositions dans les sépultures plurielles

Nous l'avons vu dans l'introduction, lorsqu'une tombe livre les restes d'un nombre plus ou moins important de défunts, la question est de savoir si les dépôts des corps ont été simultanés (sépulture multiple) ou au contraire échelonnés dans le temps (sépulture collective). Si la densité d'occupation de l'espace est faible, il se peut que les squelettes soient dispersés et les méthodes de l'archéothanatologie sont alors inopérantes. En revanche, lorsque les squelettes sont au contact les uns des autres, se superposent ou s'entremêlent, il sera possible de mettre en œuvre un raisonnement spécifique fondé sur un postulat très simple : si la constitution de l'ensemble funéraire

37. Chez ce sujet, la disjonction de la colonne cervicale s'est donc produite au niveau de l'interligne C4-C5, avant que les ligaments des articulations temporo-mandibulaires ne cèdent.

38. De fait, le chevauchement fémoro-tibial se rencontre dans deux éventualités : soit un effet de plaque comme c'est le cas ici, soit l'effondrement des membres inférieurs chez un sujet couché sur le dos dont les genoux étaient surélevés. Dans ce dernier cas, la patella ne tombe généralement pas à l'aplomb de son emplacement originel, car après la décomposition du muscle quadriceps, elle « pend » en avant de la jambe, encore attachée à la tubérosité tibiale par le tendon patellaire ; par la suite, lorsque celui-ci disparaît, elle glisse dans les masses en décomposition de la loge antérieure de la jambe pour tomber en dehors de celle-ci, à peu près au niveau de son tiers ou de son quart inférieur.

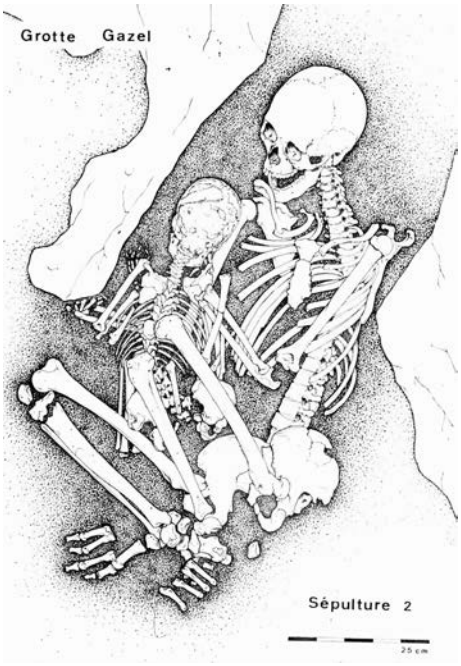


Figure 20 – Sépulture néolithique associant une femme et un enfant d'environ 5 ans (grotte Gazel à Sallèles-Cabardès, Aude, France). L'intrication des deux squelettes oriente vers une sépulture double (dépôts simultanés ou très proches dans le temps). (Document H. Duday, fouille J. Guilaine et H. Duday)

couvre une période assez longue, on doit observer des remaniements liés à la mise en place de chaque nouveau cadavre au contact direct de corps qui étaient déjà dans un état de « squelettisation » plus ou moins avancée. À l'inverse, si les défunts ont été déposés simultanément, ces déplacements doivent faire défaut, les seules distorsions observables par rapport à l'anatomie résultant de l'action de la pesanteur durant la décomposition (en l'absence bien sûr de toute autre cause de remaniement). On comprendra aisément qu'ici encore, les articulations labiles sont plus pertinentes que les articulations persistantes, mais les limites de la démarche apparaissent du même coup : il ne sera pas possible de faire la part entre des dépôts véritablement synchrones et des dépôts séparés par un délai inférieur au temps nécessaire à la dislocation des articulations les plus labiles.

Une sépulture que l'on reconnaîtra à la fouille comme une sépulture double peut donc en théorie correspondre à l'une ou l'autre de ces deux éventualités (Figure 20), alors qu'une tombe associant un squelette en connexion et un squelette en situation de réduction (Figure 21) correspond nécessairement à deux dépôts séparés par un intervalle de temps assez long (plusieurs mois au moins, voire bien davantage). Le raisonnement reste le même dans les sépultures multiples, mais l'analyse devient d'autant plus complexe que le nombre de corps est élevé (voir la contribution de D. Castex *et al.*).

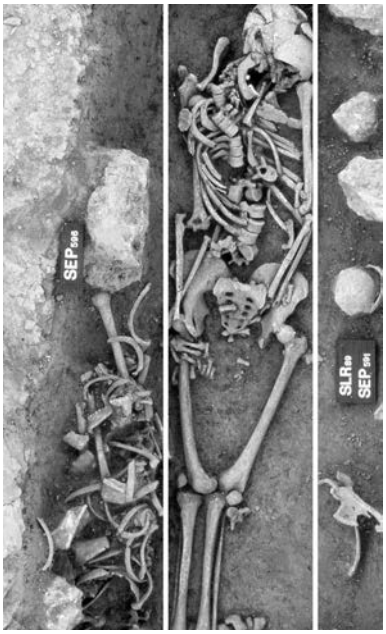


Figure 21 – Exemple d'une fosse contenant les restes d'un sujet en situation de réduction (à gauche) et un squelette en place (à droite). Sur ce dernier, on notera du côté droit un magnifique effet de paroi qui est à la fois de type délimitation linéaire (alignement de la scapula, de l'ulna et de l'ensemble du membre inférieur droit) et de type butée (maintien sur chant de la patella qui se présente en vue médiale, blocage de l'amas d'os « réduits ») ; on retrouve à gauche un effet de paroi de type délimitation linéaire (alignement du frontal, de l'humérus, de l'épine iliaque antéro-supérieure et du grand trochanter fémoral). Les effets de paroi ont été matérialisés sur le cliché par les deux lignes blanches dont le parallélisme suggère qu'ils doivent correspondre aux longs côtés d'un cercueil de bois. (Cliché F. Gentili, document F. Blaizot et H. Guy.)



Figure 22 – La fosse funéraire de Saint-Rémy-la-Calonne (Meuse, France) dans laquelle ont été inhumés vingt et un soldats et officiers français morts au front le 22 septembre 1914, parmi lesquels l'écrivain Alain Fournier. On notera la conservation partielle des chaussures, la présence de nombreux boutons et autres éléments en relation avec l'habillement. Pour les squelettes du niveau supérieur, les têtes fémorales sont souvent sorties des cavités acétabulaires, les membres inférieurs se trouvant en porte-à-faux au-dessus des espaces libérés par la disparition des parties molles des sujets du niveau inférieur. (Cliché H. Paitier, document F. Adam, F. Boura et S. Jacquemot.)

À l'inverse, dans les sépultures collectives, on parvient parfois à suivre le rythme auquel les dépôts de corps se sont succédé dans la chambre sépulcrale. Ainsi, dans le dolmen des Peirières à Villedubert (Aude, France), déjà cité, la durée de constitution de la couche supérieure a manifestement été brève si l'on se fie au mobilier archéologique, car celui-ci se rapporte exclusivement au complexe campaniforme. Or il ne fait aucun doute que ce niveau a été constitué par des apports consécutifs : les restes d'au moins onze sujets superposés et en connexion partielle ont été identifiés dans le même quart de mètre-carré et pour ce seul niveau, avec des observations qui mettent en évidence des intervalles de temps suffisants pour permettre par exemple la dislocation d'une colonne lombaire (articulation persistante) par l'appui de l'avant-bras et du poignet (articulations semi-labiles) d'un autre sujet. Homogénéité du mobilier suggérant une durée limitée, multiplicité des dépôts qui se sont échelonnés dans le temps, il n'y a pas là de vraie contradiction car les échelles de perception du temps sont différentes : plusieurs décennies, voire un ou même deux siècles pour les phénomènes culturels (tout comme pour les datations absolues en fonction du profil de la courbe de calibration pour la période considérée…), quelques mois, au maximum un ou deux ans pour les dislocations articulaires.

9.2 La fouille des charniers, une opportunité exceptionnelle d'enrichir les référentiels de l'archéothanatologie

Dans les charniers dont la constitution résulte de crises brutales de mortalité, on peut déceler des mouvements dus à la putréfaction synchrone des cadavres empilés : en se décomposant, les parties molles des sujets inférieurs libèrent en effet des espaces vides qui d'une part déterminent des effets de tassement, et qui d'autre part drainent les os disloqués des sujets sus-jacents, ce processus constituant un amplificateur des déplacements. Ce sont des circonstances particulièrement favorables pour étudier la chronologie relative de destruction des différentes articulations : c'est par exemple dans la fosse funéraire de Saint-Rémy-la-Calonne (Figure 22), rappelons-le, qu'il a été possible de démontrer de manière définitive le caractère labile de l'articulation de la hanche [10] que j'avais pressenti à Lastours (*cf. supra*, 3.1.1). Cette opération a également été l'occasion de documenter un autre aspect des investigations archéothanatologiques, à savoir la restitution de l'habillement des défunts [39]. L'uniforme et les sous-vêtements des soldats et officiers français en septembre 1914 sont évidemment bien connus. La disposition des chiffres de bronze cousus sur le col des vareuses, des boutons, des galons de fils métalliques, des boucles de ceinturon, l'emplacement des poches et donc de leur contenu éventuel sont autant d'informations disponibles concernant leur situation initiale ; la fouille méticuleuse a permis de comprendre les déplacements que ces éléments ont subis en même temps que les corps qui les portaient se décomposaient [27]. Ces données ont enrichi de manière significative le référentiel à partir duquel il est possible de restituer la manière dont le défunt était vêtu lorsqu'il a été inhumé.

39. Cette question aurait pu faire l'objet d'un paragraphe entier, au même titre que les incidences des contenants ligneux sur la taphonomie du cadavre. On se reportera aux volumes *Rencontres autour du linceul* [25] et *Rencontres autour des sépultures habillées* [26] qui rassemblent de nombreuses contributions, dont certaines particulièrement significatives lorsque les mouvements (ou absences de mouvements) concernant les restes squelettiques sont mis en relation avec des pièces de tissu ou de cuir qui étaient effectivement conservées.

9.3 L'introduction du « temps court » dans la compréhension de l'histoire générale des sites

Cette perception du « temps court » apporte parfois des informations irremplaçables sur l'histoire des sites. Nous avons précédemment évoqué celle du dolmen des Peirières à Villedubert (*cf. supra*, 2.2) à l'emplacement duquel les « campaniformes » ont érigé une véritable « maison des morts ». Une question essentielle était évidemment de savoir si, au moment où ils se sont approprié le site, le dolmen primitif était encore en cours d'utilisation ou si au contraire il était abandonné depuis un temps relativement long, voire partiellement ruiné. Or les campaniformes ont arraché les orthostates du couloir, de l'antichambre et de la chambre, ce qui a créé des gouttières dans lesquelles ils ont déversé les résidus provenant du curage des niveaux funéraires néolithiques. Parmi les vestiges ainsi déplacés, la fouille a révélé deux connexions anatomiques strictes : d'une part une phalange intermédiaire de la main d'un grand enfant ou adolescent dont la base n'était pas encore soudée à la diaphyse, et d'autre part trois vertèbres thoraciques et deux côtes fragmentaires. Il est donc avéré que le cartilage de conjugaison entre le corps et la base de la phalange pour la première, les ligaments des articulations costo-vertébrales et les disques intervertébraux pour la deuxième étaient encore préservés au moment où la couche funéraire a été évacuée. Des corps étaient donc en cours de décomposition à l'intérieur du dolmen lorsque les campaniformes se sont approprié le site et la « vidange » des sépultures antérieures a été particulièrement brutale.

Dans l'Abri du Collier à Lastours (Aude) lui aussi déjà mentionné (*cf. supra*, 3.1.1), la sépulture de jeune femme que nous avons décrite se trouvait dans un espace circonscrit entre la paroi rocheuse et un très volumineux bloc tombé de la voûte (Figure 5a-b). Ce bloc appartient à un important éboulis d'effondrement dont la constitution était *a priori* mal calée, les seules certitudes étant qu'il se superposait à une occupation du Néolithique moyen et qu'il avait été recouvert par des dépôts du Bronze récent, puis du Bronze final II. Notre première idée fut que les hommes avaient intentionnellement utilisé ce réduit naturel pour en faire une petite « niche » funéraire, ce qui sous-entendait que le bloc était en place avant que le corps ne soit déposé, au Bronze moyen. Cependant, nous avons précédemment montré que les nombreuses perturbations observées sur le squelette sont très probablement liées à la poussée exercée par ce bloc lorsqu'après être tombé, il a légèrement glissé vers le fond de l'abri. La chute du bloc est donc postérieure à la mise en place du corps, mais seulement de quelques semaines ou quelques mois. L'effondrement de la voûte est donc attribuable au Bronze moyen.

10 Quelques considérations d'ostéologie quantitative

10.1 L'estimation du nombre minimal d'individus (NMI)

Nous ne nous attarderons pas spécialement sur cette question dans la mesure où elle concerne aussi bien les restes d'animaux. On distinguera un NMI de fréquence (effectif de la pièce squelettique qui donne le meilleur score dans la série exhumée) et divers NMI par exclusion (en fonction du format et surtout en fonction de l'âge au décès), enfin un NMI par appariement, que certains considèrent comme une forme de NMI

par exclusion. À partir du NMI par appariement, divers auteurs ont proposé d'aller au delà du NMI en estimant le nombre réel d'individus (NI), postulant que si certains individus sont par exemple représentés par leur deux calcanéus, certains par leur seul calcanéus droit et d'autres par leur seul calcanéus gauche, il y a nécessairement un certain nombre d'individus dont les deux calcanéus ont été détruits. Ils ont proposé des formules permettant de calculer le nombre probable de sujets qui n'apparaissent donc pas dans le calcul du NMI. Pour toutes ces questions, on se reportera à la thèse de N. Villena i Mota, notamment pour la comparaison de ces différentes formules [28]. Il faut cependant retenir que la validité du raisonnement avancé pour le calcul du NI est fortement sujette à caution car il se fonde sur un postulat très contestable, à savoir que les procédures d'appariement et d'exclusion fonctionnent de la même manière et avec la même efficacité : or si affirmer que deux calcanéus (pour en rester à l'exemple précédent) sont symétriques et se rapportent donc au même sujet repose sur un constat positif, le plus souvent fiable [40], il est beaucoup plus difficile d'être certain qu'un calcanéus droit et un calcanéus gauche ne peuvent en aucune manière avoir appartenu au même sujet. En dehors du degré de dissymétrie « admissible » qui peut effectivement être évalué, il reste bien évidemment la question de la conservation. Un os peut être présent et latéralisé (donc pris en compte dans le NMI de fréquence) mais tellement érodé qu'il ne sera pas possible de chercher si son symétrique est présent ou absent dans la série étudiée. Le dénombrement des paires reconnues est sans doute aisé, mais celui des os droit et gauches isolés (dont on serait certain que le symétrique n'est pas présent dans la série) est donc très incertain, voire impossible dès lors que la conservation n'est pas optimale.

10.2 La représentation relative des différentes pièces du squelette, ou des différentiels autres que la conservation...

Il est tout à fait exceptionnel que dans les décomptes visant à établir le NMI de fréquence, tous les os donnent le même résultat. Même si tous les défunts ont été l'objet de dépôts primaires et si donc, à l'origine, tous les squelettes étaient rigoureusement complets, on observe lors de l'étude des différences que l'on sera tenté d'imputer soit à des processus de **conservation différentielle**, soit à des gestes liés à des dépôts sélectifs ou à une réintervention ultérieure (récupération sélective de certains os par exemple). Cette dernière hypothèse est évidemment essentielle lorsqu'on a affaire à des sépultures secondaires, puisque la collecte des restes osseux sur le lieu où les matières organiques ont disparu (« pourrissoir », aire de crémation) peut n'avoir été que partielle.

Par leur structure et notamment par l'épaisseur de l'os compact et la densité de l'os spongieux qui les caractérisent, certaines pièces du squelette apparaissent régulièrement en tête des listes de conservation différentielle : l'os pétreux, la protubérance occipitale interne, l'os zygomatique, la mandibule (notamment la région mentonnière), l'atlas, l'axis, la partie latérale de l'épine de la scapula, l'extrémité distale de l'humérus, le talus et à un moindre degré la patella. Les mêmes raisons font que les squelettes

40. Ce fut justement l'un des objets principaux de la thèse de N. Villena i Mota [28] que de tester la fiabilité des liaisons ostéologiques par symétrie. Il apparaît par exemple que les petits os des extrémités (tarse, métatarsiens et métacarpiens) ou les patellas offrent de meilleurs « scores » que les grands os longs des membres.

des sujets immatures, et tout particulièrement des jeunes enfants, se conservent en général moins bien que ceux des adultes [29]. Cette assertion doit cependant être modulée : si un fémur de nouveau-né est effectivement plus fragile qu'un fémur d'adulte, il est en revanche beaucoup résistant que d'autres pièces du squelette adulte. Affirmer, comme on l'a souvent fait, que l'absence ou la rareté des restes d'enfants morts en bas âge dans les sépultures collectives néolithiques résulte simplement d'une conservation différentielle appelle une certaine prudence : si la série comporte par exemple des os hyoïdes ou *a fortiori* des cartilages thyroïdiens ossifiés d'adultes, l'absence d'os longs de très jeunes enfants signera très probablement une particularité dans le recrutement de l'ensemble funéraire. Autre éventualité que la discussion devra écarter, celle d'une **destruction différentielle de l'information archéologique** : imaginons un cimetière dans lequel les enfants morts en bas âge ont été inhumés dans des fosses beaucoup moins profondes que celles qui étaient destinées aux enfants plus âgés et aux adultes (par exemple 0,30 m pour les premières, 0,80 m pour les secondes), situé sur un terrain qui aura ultérieurement été mis en culture ; il suffit que la parcelle ait été labourée à 0,40 m de profondeur pour que les tombes des sujets les plus jeunes aient disparu alors que les restes des autres défunts seront conservés. Cette remarque donne toute sa signification à ce que j'évoquais dans l'introduction, la « taphonomie des sites ».

De fait, la réflexion doit incontestablement être poussée plus avant. La première question est celle de la **récupération différentielle par le fouilleur** ; elle peut expliquer la sous-représentation des os de petite taille, *a fortiori* si leur forme les rend comparables à des pierres présentes dans le sédiment (os du carpe, petits os du tarse tels les cunéiformes intermédiaire et latéral). Vient ensuite la question des **« erreurs d'aiguillage » dans la distribution des vestiges aux différents spécialistes** ; certes, les archéozoologues « généralistes » connaissent bien le squelette humain, mais l'identification de pièces se rapportant à un enfant mort en période périnatale pose parfois problème ; il en va de même des os que le fouilleur peut par erreur adresser à un spécialiste de la microfaune. Avant d'affirmer par exemple que les grandes cornes de l'os hyoïde ou les osselets de l'oreille moyenne donnent de mauvais résultats en ce qui concerne la conservation différentielle, l'anthropologue devra vérifier que le fouilleur a su récupérer tous ceux qui étaient effectivement présents dans le niveau funéraire et qu'il les lui a bien adressés (donc qu'il ne les a pas classés par erreur dans la boîte étiquetée « microfaune », celle-ci restant malheureusement souvent en attente d'étude…).

Un autre biais réside dans la **fragmentation différentielle**[41], qui a une incidence directe sur l'**identification différentielle**. D'une manière générale, plus un os sera fragmenté, moins il sera facile d'en reconnaître les fragments, surtout s'ils ont ensuite été dispersés dans la tombe. Or tous les os n'ont évidemment pas la même résistance mécanique et seules certaines parties de chaque os présentent des détails caractéristiques qui permettent de les reconnaître et de les latéraliser. Certes, le taux d'identification par les anthropologues est souvent meilleur que celui des archéozoo-

41. Le nombre de restes NR, d'un usage classique en archéozoologie, n'est pas d'un grand intérêt en ce qui concerne les os humains, si ce n'est pour évaluer le taux de fragmentation de la série par comparaison à l'effectif théorique du nombre d'os correspond au NMI.

logues, non pas parce qu'ils seraient plus savants mais tout simplement parce qu'ils ont l'avantage de travailler sur une seule espèce ; cependant, lorsque la fragmentation est intense, on se trouve en présence d'un nombre parfois considérable de morceaux dont la localisation anatomique est incertaine [42] ou même totalement inconnue.

Lorsqu'il s'agit d'évaluer le taux de représentation de tel ou tel os dans un assemblage osseux, les méthodes à mettre en œuvre varieront donc en fonction du degré de fragmentation. Si tous les os sont intacts ou presque intacts, la meilleure méthode reste celle du dénombrement car on peut comparer le résultat obtenu à une valeur théorique (l'effectif de l'os le mieux représenté dans la série). Lorsque les restes humains sont au contraire très fragmentés, le comptage ne peut porter que sur les pièces identifiées avec certitude et localisées avec précision ; l'évaluation du NMI de fréquence reste alors possible mais la quantification relative n'a plus de sens puisque personne ne sait estimer le nombre moyen de morceaux qu'est censée fournir la fragmentation d'un bloc crânio-facial, d'un fémur ou d'une scapula, ni *a fortiori* le nombre moyen de fragments non reconnaissables qui resteront à la fin de l'étude d'un squelette entier mais complètement écrasé. Il n'est de ce fait pas possible de comparer les effectifs à une distribution théorique, et le seul moyen réside alors dans la pesée. On connaît en effet la masse relative de chaque os ou de chaque ensemble anatomique (colonne vertébrale, côtes, main, pied) rapportée à la masse totale du squelette, que ce soit pour les adultes [30] ou pour les sujets immatures [31].

J'illustrerai l'intérêt spécifique propre à chacune de ces deux approches par les résultats que nous avons obtenus sur deux sépultures collectives néolithiques, l'Aven de la Boucle à Corconne (Gard, France), et la couche campaniforme du Dolmen des Peirirères à Villedubert, que j'ai déjà cité à plusieurs reprises [32]. Ces deux sites montrent de nombreux points communs : les effectifs sont apparemment assez proches (NMI d'environ 75 sujets à Corconne, 90 à Villedubert), les « scores » les plus élevés sont obtenus à partir d'os du tarse alors que les grands os longs des membres donnent des résultats sensiblement plus faibles. Cette apparente similitude est cependant très trompeuse. À Corconne où la conservation des os est tout à fait remarquable, les effectifs pour chaque pièce rendent directement compte de la composition réelle de la série. Il est clair que les os les plus volumineux sont très sous-représentés, que ce soit le bloc crânio-facial, les os pétreux ne représentant qu'environ les deux-tiers de l'effectif maximal (donné par les calcanéus), les os coxaux et les grands os longs des membres dont les scores atteignent à peine plus de la moitié de celui-ci (60 % et 57 % pour les fémurs droit et gauche !). Il en va de même pour les sacrums (la première vertèbre sacrée donne un NMI de 25, alors que le coccyx indique la présence d'au moins 36 sujets). On ne saurait invoquer ici une question de conservation différentielle (les os pétreux résistent toujours très bien aux processus taphonomiques, leur reconnaissance et leur latéralisation ne posent pas de problème), le biais témoigne en réalité d'un fait d'ordre culturel : ou bien les os manquants (une fraction significative des os les plus gros) n'ont pas été apportés dans l'aven, ce qui sous-entendrait que l'on a nécessairement affaire à de véritables sépultures secondaires, ou bien ils

42. C'est notamment le cas des fragments de diaphyses qui appartiennent toutes au squelette des membres dès lors que l'on place les ceintures (donc la clavicule) dans le squelette appendiculaire.

ont été récupérés et ressortis après la décomposition des corps [43]. À Villedubert, une première différence apparaît pour les vestiges céphaliques et notamment les dents qui donnent des résultats satisfaisants [44], notamment en ce qui concerne les sujets immatures. Certes, les « scores » de dénombrement sont très bas pour les grands os longs, mais cela résulte tout simplement d'une fragmentation extrême : il est par exemple très difficile de prononcer des sanctions d'exclusion entre des fragments de têtes ou de condyles fémoraux. L'analyse pondérale montre que le taux de représentation des différents os est conforme aux données de la littérature : la masse totale est élevée (97 603 g pour la seule couche campaniforme [33]), elle correspond sensiblement à ce que l'on peut attendre pour un échantillon de 90 squelettes dont presque la moitié sont des enfants avec une fragmentation importante qui implique nécessairement une perte (émiettement du tissu spongieux) ; les indices pondéraux pour chaque type d'os se classent tous dans l'intervalle de fluctuation statistique des séries de référence, à l'exception des radius, des ulnas et des fibulas mais il a été possible de montrer que de nombreux fragments de ces trois os se trouvent en fait dans les fragments classés parmi les « diaphyses indéterminées », de sorte que la représentation réelle est conforme à la norme. La sous-représentation des grands os longs n'est donc qu'apparente, le biais est simplement d'ordre méthodologique : une fragmentation intense a des incidences notables sur la détermination différentielle, donc sur l'estimation de la proportion respective des différents os dans l'échantillon exhumé.

11 La crémation des corps

Les marqueurs osseux qui témoignent de la crémation du corps humain ont toutes les chances de différer des traces d'exposition au feu que l'on peut observer sur les os d'animaux [45] : pour le premier, le but est de faire totalement disparaître les chairs pour aboutir très rapidement à la « squelettisation » du cadavre, pour les seconds il s'agit généralement de cuire la viande en vue de sa consommation. Et lorsque les os d'animaux ont été utilisés comme combustible, la viande avait préalablement été enlevée et les extrémités des os fracturées de manière à permettre la dessiccation rapide de la moelle rouge.

Le corps humain contient près de 80 % d'eau, de sorte qu'il n'est pas directement inflammable. Il faut au préalable que cette eau s'évapore en proportion suffisante pour que la matière organique soit susceptible d'entrer en auto-combustion, d'où la nécessité d'une source de chaleur extérieure. La synthèse bibliographique récente et extrêmement complète qu'a donnée G. Depierre dans sa thèse [34] me dispense de développer ici certaines des questions fondamentales qui se posent et des méthodes qui ont été proposées pour y répondre, notamment celle du caractère plus ou moins poussé et plus ou moins homogène de la crémation (température maximale, durée

43. C'est cette dernière hypothèse qui paraît la plus vraisemblable, car des connexions anatomiques incontestables, même si elles sont en nombre limité, indiquent la présence de dépôts primaires, et il est plus habituel d'évoquer l'hypothèse de sépultures secondaires par l'absence des petits os plutôt que des gros.

44. L'abrasion intense des couronnes et la fragmentation des dents sont toutefois responsables d'un taux de détermination assez bas, de sorte que les NMI dentaires ne donnent pas les effectifs les plus élevés, contrairement à ce qui se passe dans de nombreuses séries.

45. À l'exception bien sûr des animaux complets ou des quartiers de viande qui ont été placés sur le bûcher à côté du défunt et qui ont brûlé en même temps que lui.

d'exposition au feu), celle de savoir si c'est un corps pourvu de ses chairs, un corps décharné ou un ensemble d'os secs qui a été soumis au bûcher, celle des référentiels qui doivent être utilisés...

Je voudrais simplement indiquer quelques pistes analytiques et interprétatives qui s'ouvrent aujourd'hui à la recherche dans ce domaine. Le premier point concerne la fragmentation des os. Le terme incinération dérive directement du mot cendres, ce qui a pu faire croire à certains que la seule exposition au feu suffisait à réduire le squelette à l'état d'une fine poussière. Or même dans les crémations à haute température telles qu'on les pratique dans les crématoriums actuels, ce sont des fragments souvent volumineux (corps vertébraux complets, os coxaux ou grands os longs des membres brisés en trois ou quatre gros morceaux) qui sont récupérés à la sortie de la chambre de combustion, et cet aspect se retrouve par exemple dans de nombreuses tombes grecques ou romaines. Le passage à l'état de menus fragments nécessite un phénomène surajouté qui relève d'un choc mécanique ou thermique parfois intentionnel que nous devons donc nous efforcer de caractériser.

Le dénombrement des sujets représentés dans l'assemblage osseux repose sur des critères d'exclusion, tout comme pour les sujets non brûlés [46]. Il n'est pas rare qu'une sépulture secondaire à crémation livre des os ou fragments osseux se rapportant à deux sujets. La question est alors de savoir s'il s'agit réellement d'une tombe double ou si la présence de restes surnuméraires traduit seulement une « erreur de collecte » par le ramassage de quelques fragments subsistant d'une crémation antérieure qui aurait été pratiquée au même emplacement. Dans le premier cas, les deux défunts doivent être représentés de manière assez équilibrée alors que dans le second, les vestiges résiduels seront évidemment très peu nombreux (en général entre un et trois fragments).

11.1 L'utilisation des données pondérales dans l'étude des sépultures secondaires à crémation

Le reste de l'étude se fonde presque exclusivement sur les pesées. La masse totale des os brûlés est un paramètre dont il a été montré qu'il varie de manière significative en fonction de critères pertinents du point de vue archéologique, à la fois chronologiques et géographiques [35] : la collecte peut avoir été très poussée, presque exhaustive [47], alors que dans d'autres cas, la masse d'os brûlés déposés dans la tombe sera extrêmement faible. Dans les cas de collecte partielle, on se préoccupera de savoir si les différentes parties du corps ont été ramassées de manière équilibrée ou si au contraire telle ou telle partie a pu être privilégiée. La méthode consiste à calculer l'indice pondéral de chaque région anatomique (masse des fragments identifiés comme appartenant à cette région rapportée à la masse totale des os humains brûlés contenus dans le dépôt) et de le comparer à la valeur de référence [30, 31]. Nous avons montré que les calculs fondés sur le nombre des fragments sont difficilement interprétables parce

46. Il en va de même pour les méthodes de détermination du sexe et de l'âge au décès, à ceci près que l'émail dentaire éclate généralement au feu, de sorte que le stade de maturation dentaire est souvent plus difficile à exploiter.

47. Même dans de tels cas, la masse totale peut varier de manière considérable, ce qui s'explique bien sûr par la plus ou moins forte corpulence des sujets, mais aussi par des causes relevant de la pathologie : déminéralisation majeure les femmes ménopausées à Pompéi [36], alourdissement considérable du squelette en raison d'un processus d'ostéopétrose (intoxication par le fluor contenu dans les eaux telluriques) à Cumes.

que l'on ignore tout du taux de fragmentation « normal » de tel ou tel os lorsqu'il est exposé au feu (incidence de la fragmentation différentielle) et parce que le nombre des fragments non identifiables est en général si élevé qu'il écrase la distribution par région des fragments identifiés (incidence de l'identification différentielle) ; quant aux calculs qui expriment la représentation en proportion des seuls vestiges identifiés, ils privilégient systématiquement les régions dont les plus infimes fragments peuvent être reconnus, à savoir la tête (bloc crânio-facial, mandibule et dents) et le tronc (vertèbres et côtes). De manière presque automatique, les auteurs qui ont adopté ce dernier protocole ont donc logiquement conclu à une collecte qui aurait privilégié les éléments de la tête, alors qu'il s'agit simplement d'un artefact méthodologique.

Le contenu de l'urne doit être démonté par passes consécutives et l'on peut ensuite calculer les indices pondéraux de chaque région anatomique pour chacune des passes. Il n'est pas rare que ce traitement révèle une distribution verticale qui réponde à une logique anatomique (la tête en haut, puis le tronc et les membres supérieurs, enfin les membres inférieurs au fond de l'urne, ou l'inverse). Ce constat traduit deux faits : pendant la crémation, l'*ustor* n'est pas intervenu pour ramener les différentes parties du corps dans la partie la plus active du bûcher (la crémation n'a pas été « conduite »), de sorte qu'en fin de combustion, la topographie générale du squelette était respectée (*cf. infra*, Figure 23) ; et la collecte a été méthodique, allant d'une extrémité du corps jusqu'à l'autre extrémité (de la tête vers les pieds ou l'inverse).

Enfin, on sait désormais reconnaître le produit du curage de l'aire de crémation pratiqué après la collecte manuelle des os brûlés, les mêmes caractéristiques se retrouvant bien sûr dans l'analyse des aires de crémation en place qui ont pu être fouillées [36] : outre la présence de cendres et de charbons de bois (généralement absents ou très peu abondants dans les urnes), on note que le poids moyen des fragments est faible, très inférieur à celui des fragments collectés qui ont ensuite été placés dans le réceptacle funéraire (ce qui est logique puisque la collecte concerne en priorité les fragments les plus volumineux) et que l'indice pondéral des mains est élevé, souvent supérieur à la norme de référence (2,5 % de la masse totale du squelette). Ce dernier point s'explique par le fait que lors de la crémation, les mains se déshydratent rapidement et entrent donc en auto-combustion plus tôt que le reste du corps ; les doigts se détachent, descendent entre les bûches incandescentes et sont très vite recouverts par les cendres qui jouent le rôle de bouclier thermique. Les os des mains, souvent de couleur noire, témoignent ainsi d'une crémation moins poussée et ils sont rarement ramassés lors de la collecte car ils sont enfouis dans les résidus du bûcher.

11.2 Les sépultures primaires à crémation (tombes-bûchers)

Ce type de sépulture se définit par le fait que la crémation se déroule à l'emplacement de ce qui sera ensuite la tombe définitive. Il constitue souvent un excellent laboratoire d'observations pour mieux comprendre les processus de la crémation dans les populations anciennes, notamment lorsqu'elle n'a pas été « conduite » : malgré une combustion poussée, la topographie générale du squelette est alors respectée et on observe même des articulations en connexion stricte (Figure 23).

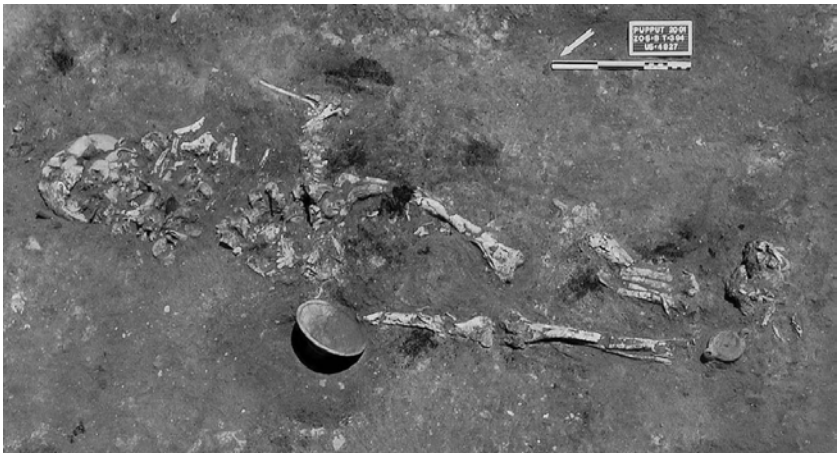


FIGURE 23 – Sépulture primaire à crémation de la nécropole romaine de Pupput (Tunisie). On notera que malgré l'intensité de la combustion, de nombreuses articulations restent en connexion. Un tel exemple permet de comprendre que dans certaines sépultures secondaires à crémation, la collecte puis le dépôt des os brûlés dans le réceptacle funéraire respectent une logique anatomique précise. (Cliché P. Bailet, document P. Bailet, A. Ben Abed et M. Griesheimer.)

12 Conclusions

La taphonomie telle que nous la pratiquons en archéo-anthropologie présente évidemment de nombreux points communs avec la taphonomie archéozoologique, du moins en ce qui concerne les vertébrés. Parce que leurs objets paraissent aux premiers abords similaires (il s'agit essentiellement de restes osseux mis au jour dans des sites anthropisés), les deux approches partagent de nombreux concepts, de nombreuses définitions et de nombreuses méthodes ; elles se différencient davantage par les objectifs de l'étude et les propositions interprétatives qui en découlent que par la manière d'observer, d'enregistrer les informations et de les traiter.

Il est toutefois un champ par lequel l'étude des sépultures se singularise, c'est la place prépondérante que prend la taphonomie du cadavre considéré comme une entité putrescible. Les notions de conservation, d'altération ou de modifications ne s'appliquent pas seulement aux restes osseux dans leur constitution matérielle, physique, mais aussi à leurs relations topographiques réciproques (préservation ou rupture des connexions anatomiques) et à la manière dont au cours de la décomposition, les mouvements qui affectent les os peuvent être conditionnés par les autres éléments périssables de l'appareil funéraire, eux aussi objets de transformations taphonomiques. Dans cette perspective, la gravitation universelle (force de la pesanteur) apparaît comme un facteur primordial de la taphonomie. Une autre voie tout à fait prometteuse concerne les incidences que les « jus » organiques issus de la décomposition ont sur l'environnement biologique et géologique du cadavre. Il y a fort à parier que nous n'en sommes là qu'aux balbutiements d'une pratique nouvelle de l'archéologie de la Mort.

Références

[1] B. Boulestin, Approche taphonomique des restes humains. Le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en préhistoire récente européenne, Oxford, Archeopress, (BAR International Series 776), 276 pages, 1999.

[2] A.-K. Berheinsmeyer, Taphonomic and Ecologic Information from Bone Weathering. Paleobiology, Vol. 4 (2), 150-162, 1978.

[3] H. Duday, The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeothanatology. Oxbow, Oxford et Oakville, 159 p, 2009.

[4] J. Leclerc et J. Tarrête, « »Sépulture », dans Dictionnaire de la Préhistoire », ed. A. Leroi-Gourhan, Presses Universitaires de France, Paris, p. 963-964, 1988.

[5] B. Boulestin et H. Duday, « Ethnologie et Archéologie de la Mort : de l'illusion des références à l'emploi d'un vocabulaire », dans Les pratiques funéraires à l'Âge du Bronze en France, eds. C. Mordant et G. Depierre, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 17-30, 2005.

[6] B. Maureille et P. Sellier, « Dislocation en ordre paradoxal, momification et décomposition : observations et hypothèses », dans Les ensembles funéraires du terrain à l'interprétation, eds. D. Castex, P. Courtaud, P. Sellier, H. Duday et J. Bruzek, Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, 8 (3-4), p.313-327, 1996.

[7] H. Duday, F. Laubenheimer et A.-M. Tillier A.-M., Sallèles-d'Aude : nouveau-nés et nourrissons chez les potiers gallo-romains. Centre de Recherches d'Histoire ancienne, université de Besançon, 146 p, 1995.

[8] M. Orfila et M.-O. Lesueur, Traité des exhumations juridiques, et considérations sur les changements physiques que les cadavres éprouvent en se pourrissant dans la terre, dans l'eau, dans les fosses d'aisance et dans le fumier, 2 vol., Béchet Jeune, Paris, 1831.

[9] H. Duday, Archéologie funéraire et anthropologie : application des relevés et de l'étude ostéologiques à l'interprétation de quelques sépultures pré- et protohistoriques du Midi de la France. Cahiers d'Anthropologie (Paris), 1, 55-101, 1978.

[10] F. Adam, F. Boura et H. Duday, La fouille de Saint-Rémy-la-Calonne : une opération d'archéologie funéraire expérimentale, ou l'anthropologie de terrain en quête de ses références. Les Nouvelles de l'Archéologie, 48/49, 59-61, 1993.

[11] H. Duday et C. Demangeot, « La tome 77 de la nécropole de Classe à Ravenne. La restitution de l'appareil funéraire et l'archéothanatologie en quête de ses références », dans Pour une Archéologie du Rite, ed. J. Scheid, Ecole française de Rome, p. 197-210, 2008.

[12] H. Duday, Le squelette du sujet féminin de la sépulture prénéolithique de Bonifacio (Corse). Etude anthropologie, essai d'interprétation palethnographique. Cahiers d'Anthropologie, Paris, 1, 258 pages, 1975.

[13] B. Dedet, H. Duday et A.-M. Tillier, Inhumations de fœtus, nouveau-nés et nourrissons dans les habitats protohistoriques du Languedoc : l'exemple de Gailhan. Gallia, 48, 59-108, 1991.

[14] D. Peressinotto, « Chronologie de la dislocation articulaire du squelette axial et des ceintures au cours de la décomposition du cadavre. Apports à l'analyse des sépultures », Thèse de doctorat de l' Université Bordeaux 1, 370 pages, 2007.

[15] C. Mordant, « Des inhumations »en pleine terre » ? L'exemple de la Petite-Seine », dans Anthropologie physique et Archéologie. Méthodes d'étude des sépultures, eds. H. Duday et C. Masset, Editions du CNRS, Paris, p. 155-165, 1987.

[16] I.-A. Kapandji, Physiologie articulaire. Schémas commentés de mécanique humaine. Tome 3 : tronc et rachis, Maloine, Paris, 1975.

[17] J. Vaquer et H. Duday, Les sépultures néolithiques du site des Plots, Berriac (Aude). Mémoires de la Société Préhistorique Française, XXXIII, 73-79, 2003.

[18] D. Binder, J.-E. Brochier, H. Duday, D. Helmer, P. Marinval, S. Thiebault et J. Wattez, L'abri Pendimoun (Castellar, Alpes-Maritimes, France) : nouvelles données sur le complexe culturel de la céramique imprimée méditerranéenne dans son contexte stratigraphique. Gallia Préhistoire, tome 35, 177-251, 1993

[19] J.-Y. Blot et M.-L. Pinheiro Blot, « O interface » História-Arquelogia : o caso do « San Pedro de Alcantara » (1786), Academia de Marinha, Lisbonne, 93 pages, 1992 (en portugais).

[20] A. Dietrich et S. Vertongen (eds.), Rencontre autour du cercueil, Groupe d'Anthropologie et d'Archéologie funéraire en Ile-de-France, 99 pages, 1998.

[21] T. Nara, « Les rites funéraires », dans Les fouilles du temple de Zoujouji, ed. Comité municipal de l'instruction publique de Minato. p.504-517, 1998 (en japonais).

[22] H. Duday, F. Lambach et S. Plouin, Contribution de l'Anthropologie de terrain à l'interprétation architecturale d'un ensemble funéraire : la tombe 12 du tumulus 2A de Nordhouse (Bas-Rhin). Les Nouvelles de l'Archéologie, 40, 15-18, 1990.

[23] F. Blaizot, « Les espaces funéraires de l'habitat groupé des Ruelles à Serris du VIIe au XIe s. (Seine et Marne, Île-de-France) : taphonomie du squelette, modes d'inhumation, organisation et dynamique », Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux, 2011.

[24] F. Blaizot, From the Skeleton to the Funerary Architecture : A Logic of the Plausible. Anthropologie, International Journal of Human Diversity and Evolution, LII/3, 263-284, 2014.

[25] L. Bonnabel et F. Carré (eds.), Rencontre autour du linceul, Groupe d'Anthropologie et d'Archéologie funéraire en Ile-de-France, 103 pages, 1996.

[26] B. Bizot et M. Signoli (eds), Rencontre autour des sépultures habillées, Groupement d'Anthropologie et d'Archéologie funéraire, 146 pages, 2009.

[27] F. Adam, Alain Fournier et ses compagnons d'arme, une archéologie de la Grande Guerre, Editions Serpenoise, Metz, 219 pages, 2006.

[28] N. Villena i Mota, Hiérarchie et fiabilité des liaisons ostéologiques (par symétrie et par contiguïté articulaire) dans l'étude des sépultures anciennes, Oxford, Archaeopress, (BAR international series, 2697), 140 pages, 2015.

[29] S. Bello, M. Signoli, E. Rabino Massa et O. Dutour, Les processus de conservation différentielle du squelette des individus immatures. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, 14 (3-4), 245-262, 2002.

[30] E. W. Lowrance et H. B. Latimer, Weights and linear measurements of 105 human skeletons from Asia. American Journal of Anatomy, 101 : 445-459, 1957.

[31] M. Trotter et R. R. Peterson, Weight of the skeleton during postnatal development. American Journal of Physical Anthropology, 33, 313-324, 1977.

[32] H. Duday, C. Demangeot et S. Hérouin, « Quelques aspects du fonctionnement des sépultures collectives néolithiques : approches comparées de l'aven de la Boucle à Corconne (Gard) et du dolmen des Peirières à Villedubert (Aude) » dans A l'origine du regroupement des morts, eds. D. Castex, P. Courtaud, H. Duday, F. Le Mort F. et A.-M. Tillier,. Thanat'Os 1, p. 39-51, 2012.

[33] C. Demangeot « Le dénombrement des défunts dans les ensembles funéraires : problèmes théoriques, paramètres quantitatifs. Application à la sépulture collective du Dolmen des Peirières à Villedubert (Aude, France) », thèse de doctorat de l'Université Bordeaux 1, 794 pages, 2008.

[34] G. Depierre, « Crémation et archéologie : nouvelles alternatives méthodologiques en ostéologie humaine », Editions universitaires de Dijon, 654 pages, 2013.

[35] H. Duday, G. Depierre et T.Janin, « Validation des paramètres de quantification, protocoles et stratégies dans l'étude anthropologique des sépultures secondaires à incinération. L'exemple des nécropoles protohistoriques du Midi de la France », dans Archéologie de la Mort, Archéologie de la Tombe au Premier Âge du Fer, eds B. Dedet, P. Gruat G. Marchand, M. Py et M. Schwaller, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, Lattes, p. 7-29, 1999.

[36] W. Van Andringa, H. Duday et S. Lepetz, Mourir à Pompéi : fouille d'un quartier funéraire de la nécropole romaine de Porta Nocera (2003-2007). Vol. 1, Analyse des contextes archéologiques et synthèses générales ; Vol. 2, Artefacts et écofacts en contexte funéraire : analyses et synthèses par type de matériel archéologique, Collection de l'Ecole Française de Rome, 1485 pages, 2013.

Encart 3. – La décomposition des corps immergés dans l'eau. L'apport de l'archéothanatologie à la recherche archéologique subaquatique

Vera Tiesler
Laboratoire de bioarchéologie et histomorphologie,
Université autonome de Yucatan, Mérida

Lorsque les corps des défunts ont été immergés, les difficultés logistiques inhérentes à l'enregistrement anatomique et à la récupération des assemblages squelettiques constituent des entraves à la bonne compréhension des gestes mortuaires, quelle que soit leur ancienneté. En France, ce pan de l'archéologie funéraire relève du domaine de l'archéologie subaquatique lorsque les vestiges se trouvent en eau douce (fleuves, lacs, grottes immergées…) ou de l'archéologie sous-marine (mers et océans). L'approche archéothanatologique est particulièrement adaptée au décryptage des chaines opératoires mortuaires car elle permet de dénouer les séquences de la décomposition [1, 2, 3], de la même manière que les sciences « forensiques » s'attachent aujourd'hui à le faire [4, 5]. La bonne préservation du matériel osseux immergé permet de repenser les interprétations relatives à la mise en place des corps, des segments de corps et des ossements grâce à des questionnements nouveaux mais aussi à la révision des questionnements anciens à la lumière des nouvelles méthodes. Les phénomènes qui sont à l'origine de ces assemblages peuvent ainsi être mieux compris, qu'ils soient de nature funéraire ou non (sacrificielle, criminelle, accidentelle…).

Les processus taphonomiques qui interviennent dans la décomposition d'un corps immergé sont à la fois complexes et diversifiés. Les modifications taphonomiques habituelles résident dans des dislocations articulaires, dans l'accumulation ou au contraire la dispersion de restes osseux, notamment en eau courante [6]. Nous prendrons pour exemple des problèmes que pose la reconstruction des dépositions individuelles dans le lac karstique sacré de Chichén Itzá (Yucatan, Mexique), que les anciens Mayas ont utilisé pendant plusieurs siècles pour y déposer les cadavres d'individus sacrifiées (hommes, femmes et enfants), ce qui a abouti à l'accumulation de centaines d'ossements. Ces vestiges ont été récuperés à l'aide de pompes industrielles et de grues, de sorte que leur disposition n'a pas été enregistrée [7, 8, 9] selon les protocoles actuels de la récupération en contexte subaquatique, qui sont évidemment plus précis. Après l'enlèvement des vestiges superficiels, le fond du *cenote* a été fouillé mais là encore, les enregistrements tridimensionnels n'ont pas été suffisamment détaillés pour autoriser une analyse taphonomique comparable à ce que l'on réalise couramment en archéoologie terrestre.

1 La décomposition d'un corps immergé

La séquence de décomposition en milieu aquatique présente des particularités par rapport à ce qui se passe en milieu terrestre, même si dans les deux cas, elle est sous la dépendance de facteurs extrinsèques et intrinsèques [10, 11] : parmi les premiers, on retiendra la profondeur d'immersion, la présence et l'intensité des courants et les caractéristiques du substrat sédimentaire ; pour les seconds, l'état des restes du défunt au moment où ils entrent dans l'eau (cadavre complet, portion de cadavre ou individu déjà réduit à l'état de squelette), mais aussi l'âge, le sexe, la constitution physique et certaines pathologies. Tous ces éléments influent sur la vitesse de la décomposition.

Dans la plupart des milieux aériens, la décomposition du corps humain débute avec l'apparition des signes de cadavérisation, après lesquels survient la putréfaction proprement dite : ballonnement, liquéfaction, déshydratation, et enfin squelettisation. Dans un milieu aquatique, il se produit des mouvements du cadavre entre la surface et le fond de la masse de l'eau [6, 12]. Après l'immersion initiale du cadavre frais, les poumons se remplissent d'eau de sorte que le corps coule au fond [1]. Une fois tombé au fond de l'eau, il est soumis à différents facteurs subaquatiques qui peuvent le recouvrir, le maintenir en place ou au contraire le déplacer. Lorsque l'immersion s'est faite en eau peu profonde, les gaz produits par la putréfaction augmentent son volume total, de sorte que le cadavre remote jusqu'à la surface, selon la loi dite de Boyle-Mariotte qui relie la pression et le volume d'un gaz à température constante. Il restera alors supendu la tête en bas pendant un certain temps, jusqu'à ce que la décomposition et la désarticulation entraînent la chute graduelle des segments les plus lourds qui redescendent alors au fond de l'eau. En revanche, si la profondeur atteint 20 à 30 mètres, la pression hydraulique est telle qu'elle empêche l'expansion des gaz ; de même, une température trop basse réduit ou même inhibe la production des gaz. Le corps restera donc au fond de l'eau où il finira par se décomposer. Un corps remonté à la surface subit une putréfaction plus rapide en raison de son exposition aux germes aérobies, à l'action des insectes et des oiseaux charognards.

Dans cette séquence, la dislocation du squelette débute assez tardivement, avec la destruction progressive des tissus conjonctifs. Il n'est pas rare que les os des mains et des pieds se détachent et descendent au fond de l'eau, puis la mandibule et le crâne, ensuite les membres supérieurs et inférieurs [6, 12]. Les pièces du squelette peuvent tomber isolément, ou par ensembles encore partiellement cohérents. Ce processus de décomposition induit donc à la fois la séparation de segments corporels ayant conservé leur intégrité anatomique et la dispersion de certains os. En général, le tronc est la dernière partie du corps qui retombe au fond de l'eau, avec d'abord la disjonction de la ceinture pelvienne puis du thorax. Le résultat final de la squelettisation d'un cadavre flottant est extrêmement variable, mais il est le plus souvent disloqué.

2 Les perturbations subies sous l'eau par les vestiges squelettisés

Lorsqu'ils reposent sur le fond ou qu'ils sont ennoyés dans le sédiment au fond de l'eau, les restes osseux subissent progressivement des modifications biochimiques et mécaniques. L'expression des facteurs taphonomiques dépend des qualités intrinsèques à chaque os ou dent, telles que sa masse, son volume, sa densité, sa morphologie et plus particulièrement son caractère plus ou moins convexe. Chaque segment anatomique (os isolé ou ensemble en connexion) peut être affecté par des mouvements de roulement, de glissement ou de chute [13, 14]. Les os courts et arrondis (comme les os des mains et des pieds) ont tendance à se déplacer davantage que les os longs et de forme irrégulière [13, 6]. Les crânes restent plutôt stables quand ils sont recouverts par du sédiment mais ils roulent facilement lorsqu'ils reposent sur un plan incliné ou lorsqu'ils sont entraînés par un courant sub-aquatique. Malgré quelques discordances, les principes et les constats « forensiques » énumérés ci-dessus offrent d'utiles modèles explicatifs qui devront être confrontés aux observations archéologiques.

Sur le longue durée, les facteurs extrinsèques induisent sur les os des modifications de différents types. Les réactions bactériennes et/ou chimiques modifient souvent la couleur originelle ou provoquent une desquamation des corticales osseuses. La littérature « forensique » [6, 15] mentionnent également des abrasions mécaniques, des érosions d'origine biologique ou chimique (Figure 1) ou encore la formation d'encroûtements calcaires. Certains animaux aquatiques (poissons, crustacés, gastéropodes) peuvent aussi laisser des marques distinctives sur les surfaces osseuses.

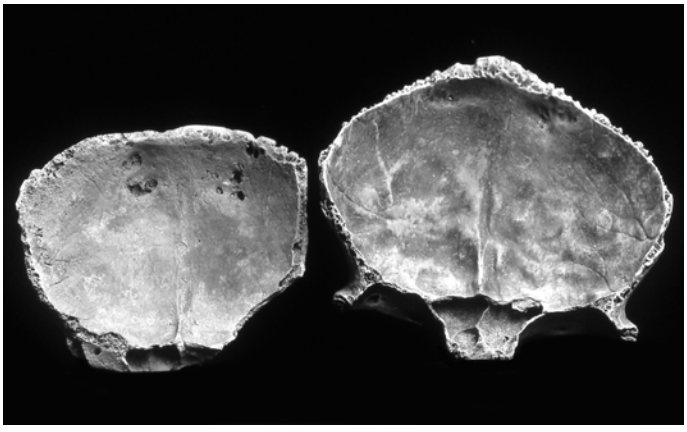


Figure 1 – Abrasion mécanique (effet de polissage), changement de couleur et formation d'une patine sur deux os frontaux du site archéologique de Dzibilchaltún, Yucatan, Mexique (*Cenote* Xlacah), en vue postérieure (INAH).

Interviennent également des facteurs environnementaux plus généraux : l'exposition au soleil, la pression, les courants, la température, l'oxygénation, la teneur minérale et l'alcalinité ou l'acidité (pH) de l'eau.

3 Perspectives paléoanthropologiques

Connaître les différents processus qui interviennent au cours de la décomposition des cadavres immergés est évidemment essentiel. Dans ce champ particulier, prendre en compte les études et les référentiels établis dans les domaines de la taphonomie faunistique et « forensique » [4, 5, 11, 16, 17, 18, 19, 20], comme on le fait en archéothanatologie conventionelle, est susceptible d'ouvrir une voie originale pour la connaissance des gestes funéraires du passé [1, 2, 21].

Pour illustrer ces perspectives nouvelles, nous présenterons l'étude en cours d'un squelette immergé daté du Pleistocene Récent qui a été trouvé récemment sur le fond d'une doline karstique effondrée. Les explorations menées dans le cadre du « *Proyecto Espeleológico de Tulum, Quintana Roo* » (Mexique) ont entraîné la découverte des restes osseux d'une adolescente qui appartient à la première vague d'occupation paléoindienne en Amérique. Ils ont été directement datés entre 13 000 et 12 000 BP [22, 23]. La mer a envahi la grotte au cours de la dernière glaciation, de sorte que les vestiges humains mêlés à d'abondants restes d'animaux (dont certains appartiennent à des espèces aujourd'hui éteintes) se trouvent à plus de 40 mètres au-dessous du niveau de la mer. Une équipe interdisciplinaire s'est attachée à réaliser une analyse taphonomique des restes humains et de leur disposition dans le site (Figure 2).

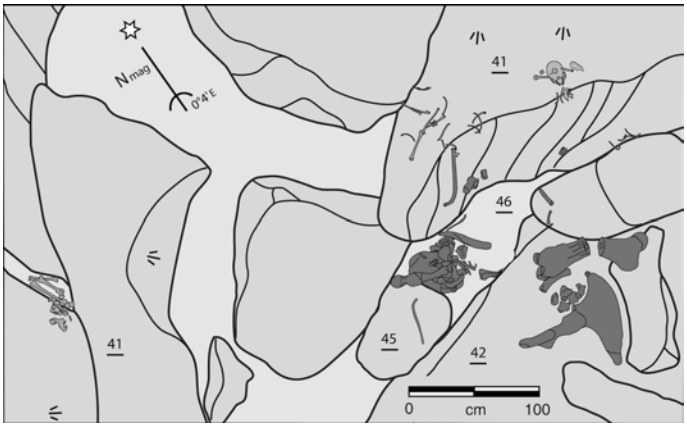


Figure 2 – La distribution des restes humains du Pleistocène sur le fond de la doline karstique (adapté de [22]). Les os humains se distribuent en quatre concentrations (en gris clair) à proximité immédiate d'une autre concentration composée des restes d'un gomphothère *Cuvieronius* (en gris foncé) ; chacun de ces amas comporte des os encore en relation anatomique. Les nombres soulignés indiquent la profondeur (au-dessous du niveau de la mer).

Les conclusions sont que l'adolescente est probablement morte après être tombée d'une trentaine de mètres à partir de la surface jusqu'au fond d'une doline effondrée, dans la partie souterraine de laquelle se trouvait une nappe d'eau peu profonde. Le cadavre de la jeune femme s'est décomposé en flottant et des segments du corps encore munis de leurs éléments organiques (chairs, ligaments) se sont progressivement détachés (la non dispersion des os a été favorisée par l'absence de faune sub-aquatique). Les segments corporels se sont déposés en différents points situés en bordure de la nappe [22], à l'aplomb desquels les os ont ensuite coulé. Il en a résulté quatre amas cohérents du point de vue anatomique à l'intérieur desquels les os sont plus ou moins en connexion ; ces concentrations se trouvent à proximité immédite d'un amas d'os comparable appartenant à un gomphothère du genre *Cuvieronius*. L'ensemble couvre une surface d'environ 5 m sur 1,5 m. Les segments osseux se sont déposés à la même profondeur alors que le niveau de l'eau a beaucoup varié au cours du temps ; c'est cette observation qui suggère que le corps flottant s'est scindé en plusieurs parties qui se sont dispersées sur le pourtour de la nappe d'eau [22].

Remerciements

Je voudrais remercier Henri Duday pour m'avoir invitée à collaborer à cet ouvrage et pour les discussions toujours très utiles que nous avons partagées, Florence Fontenay qui m'a aidée à rédiger cette note en français, enfin Jim Chatters qui a gentiment facilité mes commentaires relatifs à la Figure 2 en me communiquant des informations sur la disposition des os *in situ* et en me donnant accès à la documentation du « *Proyecto Espeleológico de Tulum, Quintana Roo* », dirigé par Pilar Luna Erreguerena. La Figure 1 représente deux spécimens recupérés par le Middle American Research Institute, qui relèvent maintenant du « *Proyecto Arqueológico Dzibilchaltún* ». Ces deux projets sont conduits par l'Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Références

[1] H. Duday, The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeothanatology. Oxbow Press, Oxford, 158 pages, 2009.

[2] H. Duday, P. Courtaud, E. Crubezy, P. Sellier, A.-M. Tillier, L'anthropologie « de terrain » : reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. 2, 29—50, 1990.

[3] V. Tiesler, Book Review : Henri Duday (translation by Anna Maria Cipriani and John Pearce), The Archaeology of the Dead : Lectures in Archaeothanatology. European Journal of Archaeology. 14, 491—494, 2011.

[4] W. D. Haglund, M. H. Sorg éds, Forensic Taphonomy. The Postmortem Fate of Human Remains. CRC, Boca Raton, 636 pages, 1997.

[5] W. D. Haglund, M. H. Sorg (editors). Advances in Forensic Taphonomy. Method, Theory and Archaeological Perspectives. CRC, Boca Raton, 507 pages, 2002.

[6] W. D. Haglund, M. H. Sorg « Human Remains in Water Enviroments » dans Advances in Forensic Taphonomy. Method, Theory and Archaeological Perspectives, eds W. D. Haglund, M. H. Sorg. CRC Press, Boca Raton, pp. 201—218, 2002.

[7] L. A. Beck, A. K. Sievert, « Mortuary Pathways Leading to the Cenote at Chichén Itzá » dans Interacting with the Dead. Perspectives on Mortuary Archaeology for the New Millenium, éds G. F. M. Rakita, J. E. Buikstra, L. A. Beck, S. R. Williams. University of Florida, Gainesville, pp. 290—304, 2005.

[8] E. A. Hooton, « Skeletons from the Cenote of Sacrifice at Chichen Itza » dans The Maya and Their Neighbors : Essays on Middle American Anthropology and Archaeology, éds C.L. Hay, R.L. Linton, S.K. Lothrop, H. Shapiro, G.C. Vaillant, Appleton-Century, New York, pp. 272—280, 1940.

[9] V. Tiesler, « What Can the Bones Really Tell Us ? The Study of Human Skeletal Remains from Cenotes » dans Stone Houses and Earth Lords. Maya Religion in the Cave Context » éds K. M. Prufer, J. E. Brady,University of Colorado Press, Boulder, pp. 341—363, 2005.

[10] A. Boddington, A. N. Garland, R. C. Janaway, « Flesh, Bones, Dust and Society » dans Death, Decay and Reconstruction. Approaches to Archaeology and Forensic Science, éds A. Boddington, A. N. Garland, R. C. Janaway, Manchester University Press, Manchester, pp. 3—9, 1987.

[11] M. S. Micozzi, Postmortem Change in Human and Animal Remains. A Systematic Approach. Charles C. Thomas, Springfield, 136 pages, 1991.

[12] W. C. Rodríguez, « Decomposition of Buried and Submerged Bodies » dans Forensic Taphonomy. The Postmortem Fate of Human Remains. éds W. D. Haglund, M. H. Sorg, CRC Press, Boca Raton, pp. 459—467, 1997.

[13] N. J. Boaz, A. K. Behrensmeyer, Hominid Taphonomy : Transport of Human Skeletal Parts in an Artificial Fluvial Enviroment. American Journal of Physical Anthropology. 45, 53—60, 1976.

[14] M. Voorhies, Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrae Fauna, Knox County, Nebraska. Contributions to Geology 1, 1—69, 1969.

[15] , C. E. L. Thompson, S. Ball, S., T. J. U. Thompson, R. L. Gowland, The Abrasion of Modern and Archaeological Bone by Mobile Sediments : the Importance of Transport Modes. Journal of Archaeological Science. 38, 784—793, 2011.

[16] A. K. Behrensmeyer, A. P. Hill éds, Fossils in the Making. Vertebrate Taphonomy and Paleoecology. Prehistoric Archeology and Ecology Series, University of Chicago Press, Chicago, 337 pages, 1980.

[17] A. Boddington, A. N. Garland, R. C. Janaway éds, Death, Decay and Reconstruction. Approaches to Archaeology and Forensic Science. Manchester University Press, Manchester, 249 pages, 1987.

[18] L. R. Binford, Bones : Ancient Men and Modern Myths. Academic Press, Orlando, 320 pages, 1981. [19] D. P. Gifford, « Taphonomy and Paleoecology : A Critical Review of Archaeology's Sister Disciplines » dans Advances in Archaeological Method and Theory Vol. 4, éd M. Schiffer. Academic Press, San Diego, pp. 365—438, 1981.

[20] R. E. Martin, Taphonomy. A Process Approach. Cambridge Paleobiology Series No. 4, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

[21] H. Duday, C. Masset éds, Anthropologie physique et archéologie, éditions du CNRS, Paris, 406 pages, 1987.

[22] J. C., Chatters, D. J. Kennett, Y. Asmerom, B. M. Kemp, V. Polyak, A. Nava Blank, P. A. Beddows, E. Reinhardt, J. Arroyo-Cabrales, D. A. Bolnick, R. S. Malhi, B. J. Culleton, P. Luna Erreguerena, D. Rissolo, S. Morell-Hart, T. W. Stafford, Late Pleistocene Human Skeleton and mtDNA Link Paleoamericans and Modern Native Americans. Science. 344, 750, 2014.

[23] V. Tiesler, New Findings and Preliminary Results of a Submerged Pleistocene Skeleton from the Underwater Site of Hoyo Negro, Tulum, Quintana Roo, Mexico. Mexicon. 38, 5—6, 2016.

1. Parce que la graisse corporelle favorise la flottabilité, les sujets qui ont une proportion élevée de graisse ont tendance à mieux flotter (les femmes plus que les hommes, les corps obèses plus que les corps minces). La flottabilité est également favorisée lorsqu'un vêtement imperméable ou volumineux emprisonne une quantité plus ou moins importante d'air.

Encart 4. – La sépulture de l'âge du fer de Karacie (Oblast de Tyumen, Russie). Exemple de la reconstitution d'un cadavre

Patrice Courtaud
UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux

La zone de forêt-steppe, localisée au sud de la Sibérie, a constitué aux âges du bronze et du fer une zone de passage très fréquentée par les populations nomades et semi-nomades à la marge de l'Europe et de l'Asie, comme en témoignent de nombreuses nécropoles et des habitats. Une mission archéologique franco-russe [1] a porté sur l'étude d'une nécropole d'une dizaine de tertres localisée sur une terrasse lacustre, à proximité de Tyumen en Sibérie occidentale (site de Karacié). Un kourgan (IX) comprenait une sépulture centrale (IV^{e}-V^{e} s. av. J.-C.) qui avait été totalement pillée, comme c'est quasi systématiquement le cas dans cette région, et une tombe périphérique (S.2) intacte et plus récente (I^{er}-II^{e} s. ap. J.-C.).

Le cadavre d'une femme avait été déposé dans une fosse relativement profonde avec à mi-hauteur deux banquettes longitudinales sur lesquelles devaient reposer un aménagement en bois ménageant un espace sépulcral vide. À sa tête reposent deux céramiques et des os d'équidés. À première vue, il s'agit de la sépulture primaire d'un sujet déposé sur le dos, mais la taille, du sommet du crâne à l'extrémité des tibias, est de seulement 1,32 m [2].

L'examen réalisé sur le terrain montre que c'est la partie supérieure du corps, jusqu'à l'abdomen qui est réduite. Le crâne est en relation articulaire avec la mandibule, mais le menton vient au contact de la 10^{e} vertèbre thoracique (VT). Le reste du rachis est en parfaite connexion anatomique de la 10^{e} VT au sacrum. Les deux vertèbres situées à l'intérieur des deux branches mandibulaires sont les 7^{e} et 8^{e} VT. Les autres éléments sont dispersés à droite du rachis en connexion, mais il manque la VT6 et la VT1. Pour les vertèbres cervicales, aucune n'est en connexion et il manque les trois premières. La plupart des éléments du thorax sont complètement disloqués et se retrouvent entre les fémurs.

À la hauteur des épaules, on observe d'une part, une proximité étonnante des deux extrémités supérieures des humérus et d'autre part, l'absence des éléments de la ceinture scapulaire. Il a fallu prélever le crâne pour constater que les têtes humérales venaient au contact des angles mandibulaires (gonions). Les deux clavicules ont été retrouvées entre les fémurs, la scapula gauche reposait sur le sacrum et sous les avant-bras, tandis que la droite était totalement absente de la tombe. Les membres supérieurs, tous les deux fléchis, sont globalement en connexion. Les petits éléments des mains se sont mobilisés à l'intérieur du volume abdominal.

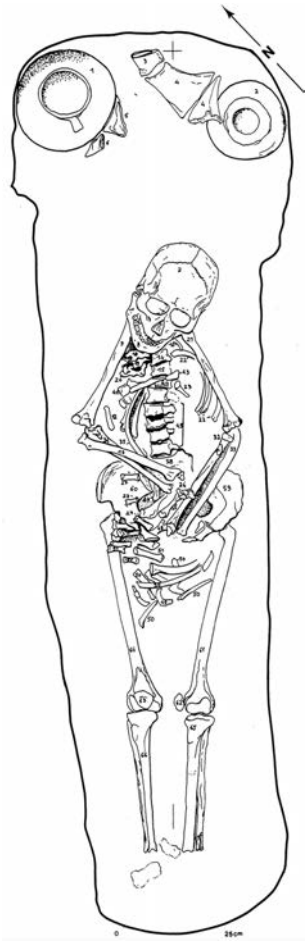


Figure 1 – Relevé synthétique de la sépulture montrant le raccourcissement de la moitié supérieure du corps.

Les éléments constitutifs du bassin sont en connexion lâche, les os coxaux ont subi une ouverture incomplète. Les membres inférieurs sont en extension et en connexion. Les os des pieds sont cependant très mal conservés, il n'en subsiste que des fantômes.

Interprétation

Ce squelette est en position anatomique de la 10^{e} VT à la partie distale des jambes. La partie supérieure du corps a été « raccourcie » avec le crâne et la mandibule qui reposent au niveau du thorax. Les éléments de la ceinture scapulaire se situent entre la partie proximale des fémurs et sur le bassin. Les membres supérieurs sont en connexion, à l'exception de leur tête articulaire proximale qui se retrouve en contact avec la mandibule. Les vertèbres « déplacées » sont dis-

loquées sous le crâne et à hauteur du rachis, alors que la majorité des côtes ont été déplacés entre les fémurs. Il faut ajouter que certaines vertèbres et la scapula droite sont absentes. Si les phénomènes taphonomiques peuvent expliquer le déplacement de certaines pièces lors d'une décomposition s'étant déroulée dans un espace vide, le schéma général ne peut s'expliquer que par une intervention humaine dont l'objectif était, semble t-il, de recomposer un cadavre.

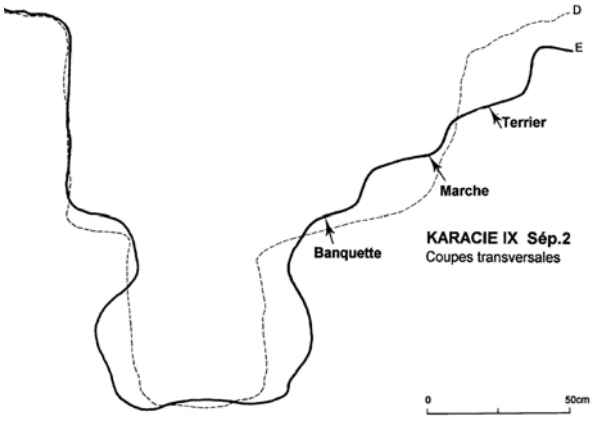


Figure 2 – Profil de la fosse.



Figure 3 – Vue de la partie supérieure du corps après enlèvement du crâne.

L'ordre inverse de dislocation des segments squelettiques (les éléments des mains possèdent, par exemple, encore leurs contacts articulaires) pourrait être dû à l'action du gel ou bien à un traitement particulier du cadavre (momification intentionnelle ?).

Pourquoi ce cadavre était-il disloqué ? S'agissait-il d'un processus naturel ou bien d'une action humaine, intentionnelle (décharnement, combat) ? Ce schéma évoque un cadavre qui aurait été initialement déposé en position assise ou semi-assise, c'est-à-dire dans une position où le haut du corps est en position (sub)verticale. La décomposition aboutit alors à une chute verticale des pièces osseuses en équilibre qui se retrouvent au niveau de l'abdomen, du bassin et éventuellement dispersées dans le volume extracorporel lorsque la décomposition se déroule dans un espace vide [3, 4]. Cependant, l'absence de certains os et les contacts osseux symétriques des articulations humérales proximales avec les gonions suggèrent une intervention humaine qui, en conséquence, écarte cette hypothèse d'ordre taphonomique. Par ailleurs, l'observation minutieuse des vestiges osseux, après leur nettoyage, n'a révélé aucune trace de décarnisation, ou de désarticulation, qui témoignerait d'une intervention intentionnelle sur le cadavre.

Ces constations nous conduisent à l'hypothèse d'un cadavre inhumé alors que la décomposition était avancée. Il faut alors imaginer que la partie supérieure, disloquée, a été grossièrement reconstituée pour redonner une image humaine au défunt. Une attention particulière a alors été portée à la tête osseuse et aux membres supérieurs, alors que le squelette axial a été quelque peu négligé. Certains os ont été recouverts par les mains en avant du pubis, certains autres n'ont même pas rejoint la sépulture. Habituellement, dans cette région (57° nord), le froid assurant une bonne conservation des cadavres, les inhumations sont différées au dégel du sol, mais ici la momification naturelle n'a semble t-il pas bien fonctionné ? Une explication peut être fournie par les céramiques de tradition sarmate, c'est-à-dire typiques d'une civilisation de steppe installée au minimum à 150 km au sud. Par ailleurs, il n'y a pas de couteau associé à la faune et le matériel féminin est curieusement absent.

En conclusion, cette sépulture singulière aurait été destinée à une défunte transportée avec son matériel pour être enterrée dans cette région, éloignée de son lieu de décès et probablement d'origine. Le temps nécessaire au voyage aurait alors permis à la décomposition de se mettre en place. En outre, cette hypothèse est soutenue par une déformation intentionnelle du crâne, pratique fréquemment rencontrée dans la population sarmate. Cette tombe constitue le seul exemple connu de sépulture protohistorique qui aurait été reconstituée dans cette partie de la Sibérie occidentale.

Références

[1] M. Y. Daire, L. Koryakova et P. Courtaud, « Les sépultures de l'âge du bronze de Balchoïkazkhbaïevo » dans Du monde des chasseurs à celui des métallurgistes, Revue archéologique de l'Ouest, supplément n°9, p. 229-239, 2001.

[2] P. Courtaud, « Études relatives aux pratiques funéraires et à l'anthropologie biologique » dans Habitats et nécropoles de l'âge du fer au carrefour de l'Eurasie, eds. M. Y. Daire et L. Koryakova, Mémoires de la Mission Archéologique Française en Asie Centrale, IX, De Boccard, Paris 2002.

[3] T. Nara, « Les rites funéraires », dans Les Fouille du temple de Zoujouji, ed. Comité municipal de l'instruction publique de Minato. p. 504-517, 1998 (en japonais).

[4] T. Richter, J. T. Stock, L. Maher et C. Hebron, An Early Epipalaeolithic sitting burial from the Azraq Oasis, Jordan. Antiquity, 84, 321–334, 2010.

Encart 5. – Hécatombe dans les catacombes. Taphonomie de sépultures multiples complexes

Dominique Castex[1], Géraldine Sachau-Carcel[2], Sacha Kacki[1]

[1] UMR 5199 PACEA, CNRS – Université de Bordeaux
[2] UMR 5140 ASM, Université Paul-Valéry – Montpellier 3

Si l'on se limite au monde funéraire et en l'absence de sources archivistiques déterminantes, parfois disponibles pour les périodes historiques, connaître l'échelle de temps sur laquelle a été constitué un assemblage osseux s'avère crucial pour la compréhension générale d'un site. Certaines tombes, désignées sous le terme de sépultures multiples, résultent de l'accumulation simultanée de plusieurs cadavres. Leur identification peut dans certains cas traduire un phénomène de surmortalité, voire une véritable crise de mortalité, que l'on peut ensuite tenter d'interpréter. La problématique d'étude de ces ensembles à dépôts simultanés est plus complexe que celle généralement observée pour des sépultures individuelles, car elle fait intervenir une notion supplémentaire : la chronologie relative des dépôts. Or les méthodes actuelles de datation absolues ou relatives ne permettent pas d'attester la simultanéité des dépôts de plusieurs cadavres au sein d'une même tombe. Leur précision est généralement insuffisante pour discuter la relation qu'entretiennent entre eux plusieurs faits archéologiques si le temps qui sépare leur installation se situe en deçà de quelques années, voire quelques décennies. Les méthodes relevant de l'archéothanatologie sont beaucoup plus efficaces, car elles fixent les limites de la discrimination au temps nécessaire à la destruction des contentions articulaires les plus labiles, c'est-à-dire, celles qui lâchent le plus rapidement au cours de la décomposition (voir Duday dans ce volume). Seules donc des observations taphonomiques précises, prenant en compte l'évolution des relations articulaires entre les pièces osseuses à l'intérieur des sépultures, peuvent permettre de restituer la dynamique des dépôts de corps [1].

Afin d'illustrer notre propos, nous nous référerons à l'exemple de la catacombe romaine des saints Marcellin et Pierre. Dans la partie centrale de ce vaste ensemble funéraire souterrain d'une superficie d'environ 3 hectares ont été mises au jour des cavités de dimensions variées, pour certaines reliées les unes avec les autres et renfermant des accumulations de restes squelettiques humains organisées sur plusieurs niveaux (Figure 1) [2]. Datées entre la fin du Ier et le début du III^{e} s. de notre ère, elles sont antérieures aux premières occupations funéraires du reste de la catacombe, connues à partir du troisième tiers du III^{e} s. [3].

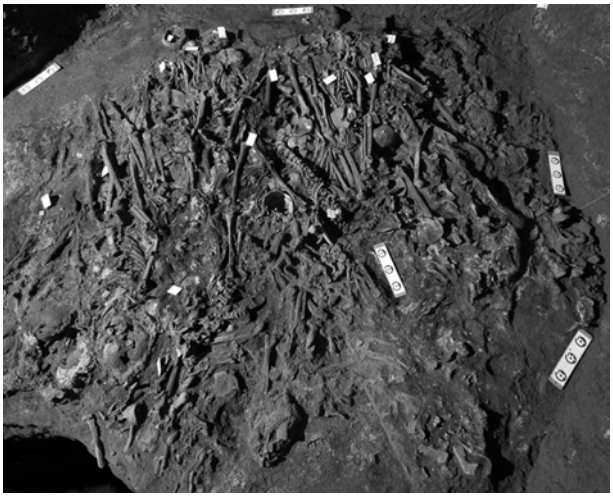


Figure 1 – Vue générale d'une tombe du secteur central de la catacombe des saints Marcellin et Pierre (Rome). (Cliché D. Gliksman / Inrap.)

Nous nous intéresserons spécifiquement aux deux salles qui ont fait l'objet d'une fouille exhaustive et pour lesquelles nous disposons d'informations suffisantes pour mener une réflexion globale sur les arguments de simultanéité des dépôts. La première (X80-T16), d'un volume de 7,4 m^3, renfermait 76 individus, tandis que la seconde (X82-T18), d'un volume d'environ 10,1 m^3, en contenait 78. Nous avons pu y identifier respectivement neuf et onze niveaux de squelettes, souvent séparés par des couches de terre.

1 Approche archéothanatologique classique

À l'intérieur de chacune de ces salles, il a été possible de confirmer le caractère primaire des dépôts de cadavres. Pour chaque individu présent, le maintien en connexion de la majeure partie des ensembles articulaires conservés a permis d'exclure l'hypothèse d'apports d'os secs. D'autres observations ponctuelles ont par ailleurs permis de mettre en évidence que les ossements de certains squelettes étaient parfaitement superposés sans sédiment intermédiaire et aucun remaniement lié à la mise en place de dépôts successifs n'a été observé.

Ces constatations permettaient de prouver que le dépôt de certains corps juxtaposés avait été effectué sur une courte échelle de temps, mais étaient toutefois insuffisantes pour argumenter la simultanéité de tous les dépôts de cadavres. En effet, outre la mauvaise conservation et représentation de certains squelettes, nous avons dû tenir compte de différents facteurs limitant notre analyse. D'une part, la présence de différents vestiges liés au dispositif funéraire de certains individus (notamment des couches de plâtre et de tissu) impliquait une séparation physique entre les squelettes. D'autre part, l'existence de strates de terre séparant certains niveaux de cadavres excluait la possibilité de discuter de la relation chronologique qu'entretenaient entre eux des individus appartenant à des niveaux

distincts. Malgré ces obstacles, l'exploitation de différentes données enregistrées lors des fouilles (caractéristiques des chambres sépulcrales, disposition générale des squelettes, répartition spatiale des vestiges) ont autorisé certaines déductions concernant la dynamique des dépôts et l'échelle de temps sur laquelle ils ont été opérés.

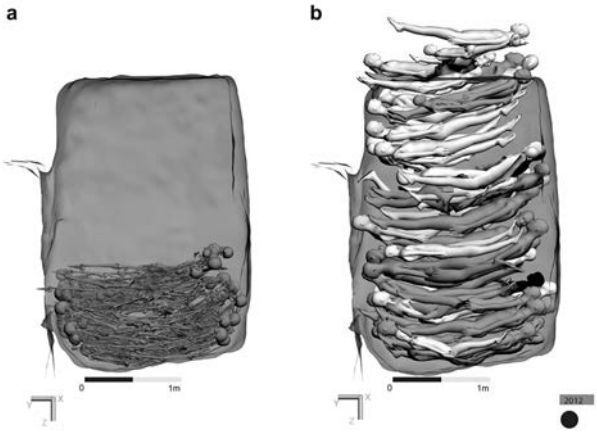


Figure 2 – Exemple de la tombe X80-T16 : restitution 3D des niveaux de squelettes (a) et restitution des volumes corporels des cadavres (b). (Réalisation G. Sachau-Carcel.)

2 Modalités de gestion des corps

La gestion des corps à l'intérieur d'une sépulture multiple consiste bien souvent à disposer les corps de manière ordonnée et rationnelle, et ce, de manière à pouvoir gérer le dépôt d'un nombre maximum de cadavres en un même lieu [5]. Dans le cas de la catacombe des saints Marcellin et Pierre, l'agencement des squelettes rend bien compte d'une rationalisation de l'espace compatible avec cette hypothèse ; les individus étaient fréquemment déposés tête-bêche de manière à autoriser le dépôt d'un nombre le plus élevé possible de cadavres sur une faible surface. Les sujets immatures, qui présentent de faibles dimensions corporelles, ont préférentiellement été déposés le long des parois ou entre les corps d'individu adultes, venant combler les espaces restés libres après le dépôt de ces derniers. Les caractéristiques relatives à la disposition des corps semblent donc bien démontrer une apparente volonté de rentabiliser l'espace disponible pour les inhumations, ce qui tend à soutenir l'hypothèse de dépôts de corps effectués sur un temps relativement bref.

3 Restitution tridimensionnelle des salles et de leur contenu

Étant donné le nombre important de sujets mis au jour dans chacune de ces salles, nous nous sommes interrogés sur la possibilité d'un dépôt simultané de la

totalité des individus. Pour apporter une réponse à ce questionnement, une restitution tridimensionnelle des deux salles et une simulation des volumes corporels des sujets a été réalisée [4]. Ce travail a consisté en une modélisation détaillée de chaque tombe et de son contenu à partir des coordonnées spatiales enregistrées sur le terrain et de modèles préexistants de squelettes et de corps en trois dimensions. Il a permis de simuler la mise en place des défunts dans les deux tombes, en tenant compte de la topographie des salles et de la position respective de chaque sujet. Les résultats de cette modélisation ont permis d'exclure l'hypothèse d'inhumations simultanées pour l'intégralité des cadavres, le volume total occupé par les corps excédant largement l'espace disponible dans les salles sépulcrales (Figure 2), et ont démontré que, pour chacune de ces deux tombes, différentes phases de dépôt avaient été nécessaires pour installer les corps. Ces phases de dépôt ont été séparées par un intervalle de temps de durée inconnue, mais suffisante pour une décomposition (au moins partielle) des cadavres. Nous pouvons en conclure que pour l'une et l'autre de ces deux salles, le fonctionnement funéraire s'est caractérisé par un nombre minimal de deux phases de dépôts de corps.

4 Évolution taphonomique des strates de cadavres

Afin de définir plus finement la dynamique des inhumations, nous nous sommes attachés à caractériser l'évolution taphonomique des dépôts, non plus en nous intéressant à chaque squelette pris individuellement, mais en assimilant les niveaux de corps à des entités stratigraphiques. En d'autres termes, nous avons étudié les caractéristiques de chaque niveau de squelettes (épaisseur, profil, pendage) et les relations qu'entretenaient entre eux les différents niveaux. Nous avons pour cela exploité les données altimétriques enregistrées durant la fouille, ainsi que la modélisation tridimensionnelle des squelettes. Cette approche a permis de mettre en évidence certaines anomalies concernant les profils des couches de squelettes. À certains niveaux du remplissage des sépultures, elles adoptent en effet une allure en cuvette, les os appartenant aux régions thoraco-abdominales et pelviennes reposant à une altitude inférieure à celle des crânes et extrémités des membres inférieurs (Figure 3). Par ailleurs, les inflexions repérées au niveau des squelettes se traduisaient dans de nombreux cas par un positionnement des os allant à l'encontre des capacités physiologiques de flexion des articulations. En conséquence, la situation des ossements ne pouvait pas refléter de manière fidèle la position initiale des corps et les pendages identifiés témoignaient plus vraisemblablement de l'évolution taphonomique des dépôts. Les profils en cuvette mis en évidence peuvent donc être interprétés comme consécutifs à des effets de soutirage engendrés par la décomposition des corps appartenant aux niveaux sous-jacents, un argument tangible pour conclure à la décomposition synchrone des corps appartenant à différents niveaux successifs.

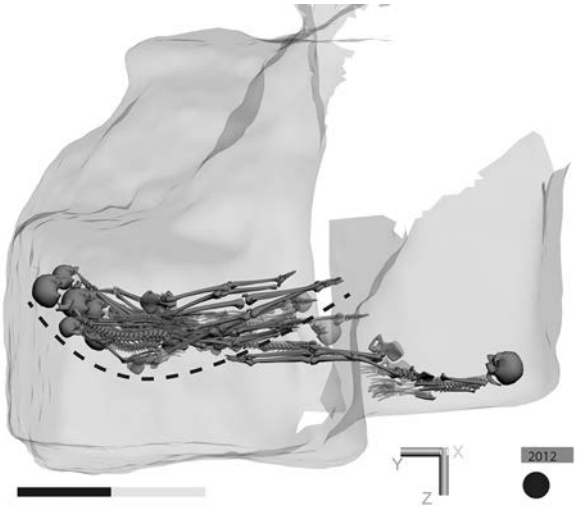


Figure 3 – Restitution 3D de niveaux de squelettes présentant un profil en cuvette (tombe X82-T18). (Réalisation G. Sachau-Carcel.)

En s'intéressant dans le détail aux profils des différentes strates des deux salles, certaines hypothèses peuvent être émises concernant leur dynamique de remplissage. Dans l'ensemble X82-T18, les squelettes appartenant aux premiers niveaux déposés présentaient des pendages négligeables voire nuls, ce qui excluait *a priori* une décomposition synchrone de très nombreux individus juxtaposés. Au contraire, les niveaux sommitaux se caractérisaient par de nets effets de cuvettes, attestant une accélération du rythme des inhumations durant les derniers temps d'utilisation de la structure sépulcrale. À l'inverse, les strates inférieures du remplissage de la tombe X80-T16 présentaient de nets profils en cuvette, tandis que les niveaux situés à mi-hauteur du remplissage et au-dessus adoptaient des profils plus plans. Dans le cas de cette tombe, les dépôts auraient donc été très rapprochés durant les premiers temps d'utilisation, pour devenir plus espacés par la suite. Cette différence de fonctionnement entre tombes pose donc la question de la stricte contemporanéité de l'utilisation des diverses chambres sépulcrales occupant ce secteur de la catacombe.

Cet exemple illustre les difficultés qui peuvent être rencontrées pour discuter de la simultanéité des dépôts dans le cas de sépultures complexes. Il démontre en outre l'importance d'intégrer diverses approches alternatives à la discussion. Tandis que l'organisation des dépôts et la restitution de l'évolution taphonomique des niveaux de cadavres témoignent d'inhumations rapprochées dans le temps de nombreux individus, la restitution des volumes corporels et leur mise en perspective avec les dimensions des salles sépulcrales excluent la possibilité d'une stricte contemporanéité du dépôt de l'ensemble des individus. Les espaces d'inhumation semblent donc avoir fonctionné sur un temps relativement long, durant lequel plusieurs phases d'inhumations simultanées se sont succédé.

La formulation de cette hypothèse a fait appel à différents critères, dont certains ne nous sont apparus pertinents dans la discussion qu'après la phase de terrain. À ce titre, l'intérêt de la méthodologie mise en œuvre lors de la fouille pour enregistrer ces dépôts doit être souligné. Sans une cotation systématique de chaque élément squelettique en plan et en altitude, il aurait en effet été impossible d'élaborer *a posteriori* une réflexion sur les relations qu'entretenaient entre eux les corps des différents défunts et par là même de mieux comprendre la gestion de ces dépôts complexes évocateurs d'une crise de mortalité de grande ampleur.

Références

[1] H. Duday H., The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeothanatology, University Press, Oxford, 158 pages, 2009.

[2] D. Castex D., Ph. Blanchard, « Témoignages archéologiques d'une épidémie à la période antique : les inhumations du secteur central de la catacombe des saints Marcellin et Pierre (Rome, fin Ier-IIIe s.) », dans Regroupement des morts, Genèse et diversité en archéologie, éds D. Castex, P. Courtaud, H. Duday, F. Le Mort, A.m. Tillier, Ausonius et MSHA Éditions, Collection Thanat'Os, p. 281-292, 2011.

[3] J. Guyon, Le Cimetière « aux deux lauriers ». Recherches sur les catacombes romaines, Pontificio Istituto di Archeologia Christiana - École Française de Rome, Rome, 556 pages, 1987.

[4] G. Sachau-Carcel, From field recording of plural burials to 3D modelling. Evidence from the catacomb of Sts. Peter and Marcellinus, Italy. Anthropologie (Brno) 52, 3 : 285-297, 2014.

[5] S. Kacki, S., D. Castex, Réflexions sur la variété des modalités funéraires en temps d'épidémie. L'exemple de la Peste noire en contextes urbain et rural. Archéologie médiévale, 42, 1-22, 2012.

Encart 6. – Vestiges néandertaliens, sépultures moustériennes et taphonomie : tout (ou presque) reste à faire...

Bruno Maureille[1], William Rendu[1], Cédric Beauval[2]

[1] UMR 5199 PACEA, CNRS – Université de Bordeaux
[2] Archéosphère – Get in Situ

Malgré les nombreuses découvertes de restes humains néandertaliens dans des contextes sédimentologiques et archéologiques variés, très peu de travaux ont porté sur leur taphonomie (mais voir par exemple [1]). Pourtant, il ne fait plus aucun doute que ce type de recherche [2] sur les restes osseux et dentaires du Pléistocène livre des informations essentielles à la compréhension de l'histoire des vestiges et donc des sites eux-mêmes.

Cela semble d'autant plus paradoxal que les Néandertaliens sont les premiers européens à développer des comportements symboliques complexes. Avec eux en particulier, se diversifient les gestes réservés à certains défunts [3]. Alors que les études taphonomiques des restes osseux humains sont courantes pour des périodes récentes de la Préhistoire, la Protohistoire et l'Histoire (entre autres [4, 5, 6, 7]), très peu de travaux ont été menés sur la taphonomie des squelettes néandertaliens. Pourtant, des discussions sur les gestes mortuaires des Néandertaliens existent dès les premières découvertes de ces fossiles [8, 9]. Si ces travaux avaient été plus développés, il est probable que l'hypothèse de l'existence de sépultures primaires néandertaliennes n'aurait pas mis plus de cinquante ans pour être proposée sur la base de données de terrain [10] et qu'il n'aurait pas fallu attendre presque soixante-quinze ans pour qu'elle soit considérée comment suffisamment documentée [11, 12]. Récemment, des auteurs ont remis en doute la nature de certains dépôts interprétés précédemment comme des sépultures en soulignant le manque d'argument taphonomique [13, 14, 15].

Dans un autre registre de comportements mortuaires moustériens, l'hypothèse de l'existence de cannibalisme a été avancée suite à l'étude du matériel humain du gisement de Krapina en Croatie [16]. Celle-ci a été assez facilement acceptée puis, suite à d'autres découvertes, souvent proposée sur la seule présence de traces de silex sur les ossements. Nous savons maintenant que la reconnaissance de ces *cut-marks* n'est pas suffisante pour avancer l'hypothèse du cannibalisme [17, 18] et que divers autres comportements peuvent laisser de tels stigmates [19, 20, 21, 22, 23].

Des traces de manducation ou de digestion par les carnivores ont également été observées sur certains restes néandertaliens. L'hypothèse d'un charognage des corps ou de parties de corps de Néandertaliens a depuis longtemps été proposée

(par exemple à La Ferrassie avec l'individu n° 6 [24], ou à Teschik-Tash [25]). Ces dernières décennies, l'intervention des grands carnivores a été documentée à Rochelot [26], aux Rochers-de-Villeneuve [27] (Figure 1), et très récemment sur le fémur droit de Regourdou 1 [28]. Rappelons aussi que des hypothèses sur l'existence de comportements particuliers – tel que le « culte des crânes » ou la consommation rituel du cerveau comme à Monte Circeo / Guattari [29, 30] – ont pu être rejetées après l'étude taphonomique des vestiges. Ainsi pour le crâne Guattari 1 l'analyse critique a démontré que les carnivores étaient responsables des modifications précédemment identifiées [1, 31, 32].



Figure 1 – (a) le fragment de diaphyse fémorale de fémur néandertalien des Rochers-de-Villeneuve (Vienne, France) en vue postérieure ; (b) grossissement de l'extrémité distale du fragment montrant les traces de rognages par les carnivores.

Nous nous limiterons dans cet encart à trois exemples récents pour lesquels l'étude taphonomique des vestiges néandertaliens a mis en lumière leur « histoire » mortuaire.

Le gisement des Pradelles a longtemps été délaissé par la communauté scientifique. Il ne s'agissait pas d'un site d'habitat, il n'y avait pas de succession stratigraphique de techno-complexes lithiques moustériens différents, pas de structures foyères [33]... Fouillé à nouveau de 2001 à 2012 en collaboration avec A. E. Mann de l'Université de Princeton, il a livré l'une des plus impressionnantes séries de vestiges humains du sud-ouest de la France [34]. Leur examen souligne que près de la moitié des éléments crâniens et infra-crâniens (sans prendre en considération les dents) présente des traces d'origine anthropique : impacts de percussion, écrasement, ligne de fracture (*incipient fracture cracks*), fracture différentielle des tables de la voûte crânienne (*internal cranial vault release*) impliquant une fracturation de la tête osseuse fraîche, encoches de fracturation sur les diaphyses d'os longs, stries de boucherie (désarticulation, décarnisation). De plus, l'étude de la représentation squelettique montre l'existence d'une anomalie : des parties du corps humain manquent. L'analyse taphonomique a pu écarter l'hypothèse de l'intervention de processus naturels. En revanche, il semble que les portions les plus riches en moelle et en viande soient prépondérantes [35]. L'étude des restes fauniques associés aux vestiges humains, notamment ceux de Renne, permet de distinguer le même type de traces. Des dizaines de rennes ont été exploités saisonnièrement aux Pradelles : la peau a été recueillie et travaillée comme l'atteste la grande quantité de racloirs recueillis (Costamagno *et al.*, sous presse), et la viande comme la moelle ont été consommées. La similitude des traces de boucherie observées sur les restes de renne et de Néandertalien nous suggère que le cannibalisme a été pratiqué sur ce site qui fonctionne comme une halte de chasse [36].

Une révision des collections fauniques conduite à Goyet [37], a permis de reconnaître des restes néandertaliens au sein d'un important stock de fragments osseux et dentaires. Une analyse taphonomique similaire a été menée sur ces vestiges. Elle a permis de proposer l'hypothèse de cannibalisme chez ces Néandertaliens récents et l'utilisation de plusieurs fragments diaphysaires d'os longs humains (fémur, tibia) comme des retouchoirs.



Figure 2 – Les restes humains mis au jour aux Pradelles entre 2001 et 2007. Sur les trente-six éléments du squelette crânien et infra-crânien, vingt présentent une ou plusieurs traces d'origine anthropique.

Enfin, à La-Chapelle-aux-Saints, une opération de terrain combinée à une reprise des collections anciennes a commencé en 1999. Ce programme avait pour ambition de préciser le contexte géomorphologique et géoarchéologique des bouffias (petites grottes) qui s'ouvrent sur la petite falaise [38, 39], dont la plus célèbre est la bouffia Bonneval qui a livré un squelette néandertalien presque complet [10, 40]. La première étude comparative des atteintes taphonomiques du squelette néandertalien de La Chapelle-aux-Saints avec celle des éléments fauniques du gisement a été récemment publiée [41]. L'analyse a porté sur différents types de modification des surfaces osseuses (météorisation, patines des ossements, attaques des carnivores), et elle a démontré que seuls les restes humains avaient été protégés des agents climatiques et des prédateurs. Ils ont connu une histoire taphonomique différente des autres restes osseux trouvés dans le gisement, leur excellente préservation impliquant un enfouissement rapide. Par ailleurs, la caractérisation de la fosse retrouvée sous les déblais montre que ses dimensions et sa morphologie sont incompatibles avec un creusement d'origine naturelle (lié à la circulation de l'eau ou l'hibernation d'un ours). Cette dépression, sub-rectangulaire aujourd'hui, a gardé dans sa partie inférieure les caractéristiques décrites par les frères Bouyssonie. L'hypothèse la plus parcimonieuse est donc de considérer que cette fosse a été creusée par les Moustériens au sein du substratum marneux. Ceci renforce l'hypothèse d'une sépulture primaire comme les inventeurs l'avaient proposée.

Tableau 1 – Altérations taphonomiques des restes fauniques et du squelette de l'individu n° 1 (d'après [41], voir aussi [42]). L'altération de la surface osseuse se réfère au stade de préservation de la surface corticale des fragments osseux suivant Rendu (2007) soit 0-1 : moins de 25 % des restes sont altérés, 2 : moins de 50 %, 3 : moins de 75 % et 4 : plus de 50 % des restes sont altérés

Altérations	Renne		Bison		Néandertalien	
	NR	%	NR	%	NR	%
Fissures longitudinales	220	41,6	439	47,9	5	6,4
Exfoliations	233	44,0	241	26,3	0	0
Modifications liées au gel	46	8,7	116	12,6	0	0
Vestiges émoussés	196	37,0	180	19,6	4	5
Dépôt de Manganèse	42	7,9	34	3,7	6	8
Altération surfacique 0-1	260	55,3	85	41,6	77	100
Altération surfacique 2	89	18,9	60	29,4	0	0
Altération surfacique 3	75	15,9	45	22,0	0	0
Altération surfacique 4	46	9,7	14	6,8	0	0
Traces de carnivores	21	4,0	47	5,1	0	0

Il nous semble donc impératif que ce type d'approche s'applique aux restes humains au même titre que ceux de faune. Elle nécessite la collaboration de différents spécialistes, anthropologues, faunistes, géoarchéologues, et le croisement des résultats de différentes méthodes d'analyse dans une démarche réellement interdisciplinaire. Ainsi, l'histoire taphonomique peut être reconstruite et comparée à celle des autres vestiges associés. Une telle étude repose tant sur l'analyse comparative des traces et des états de surface sur les différentes catégories de vestiges (intensité, fréquence, dispersion spatiale, etc.) que sur la représentation différentielles des éléments anatomiques. Elle permet d'acquérir des données inédites sur les restes humains concernant le traitement des carcasses ou des corps, les conditions d'enfouissement et de préservation des éléments anatomiques. Ainsi, il est alors possible de mettre en relation les occupations humaines et animales et les processus de mise en place des niveaux archéologiques. Avantage de la méthode, elle peut être appliquée avec succès à des collections anciennes comme cela a été démontré [41, 43, 37].

Avec de telles recherches interdisciplinaires, il est très probable qu'une nouvelle archéologie de la mort au Moustérien, chez Néandertal, pourra se développer et permettra d'obtenir des résultats qui nous semblent pour le moment hors de portée...

Références

[1] G. Giacobini, M. Piperno, « Taphonomic considerations on the Circeo 1 Neandertal cranium. Comparison of surface characteristics of the human cranium with faunal remains from the Paleosurface » dans The Circeo 1 Neandertal skull. Studies and documentation, eds M. Piperno, G. Scichilone, Libreria dello stato, Roma, p. 457-486, 1991.

[2] Y. Fernández-Jalvo, P. Andrews, Atlas of taphonomic identifications. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Springer, Dordrecht, 359 pages, 2016.

[3] B. Maureille, P. Bayle, A. Balzeau, « Néandertal et ses morts » dans Néandertal à la loupe, eds A. Turq, J.-Ph. Faivre, B. Maureille, C. Lahaye, P. Bayle, Musée national de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac, p. 120-130, 2016.

[4] H. Duday, Cl. Masset éds, Anthropologie physique et archéologie, éditions du CNRS, Paris, 406 pages, 1987.

[5] H. Duday, « L'archéothanatologie ou l'Archéologie de la mort » dans Objets et méthodes en Paléoanthropologie. Orientations et méthodes, O. Dutour O., J.-J. Hublin, B. Vandermeersch, 7, CTHS, Paris, p. 153-216, 2007.

[6] H. Duday, P. Courtaud, « Qu'est-ce qu'une sépulture ? Comment la reconnaître ? » dans Première humanité, gestes funéraires des Néandertaliens, éds B. Vandermeersch, J.-J. Cleyet-Merle, J. Jaubert, B. Maureille, A. Turq, Réunion des Musées Nationaux, Paris, p. 15-24, 2008.

[7] H. Duday, The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeothanatology, University Press, Oxford, 158 pages, 2009.

[8] M. de Nadaillac, Sur la découverte faite, en Belgique, d'une sépulture de l'âge du Mammouth et du Rhinocéros. Note de M. de Nadaillac, présentée par M. de Quatrefages. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 103, 490-492, 1886.

[9] M. De Puydt, M. Lohest, Anthropologie. Sur les habitants de la grotte de la Bêtche-aux-Roches. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 103, 893-894, 1886.

[10] A. Bouyssonie, J. Bouyssonie, L. Bardon, Découverte d'un squelette humain moustérien à La Chapelle-aux-Saints (Corrèze). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 21 décembre 1908, 1414–1415, 1908.

[11] H. Breuil, Au sujet de la question des sépultures moustériennes soulevée par la communication d'H. Martin. L'Anthropologie. 31, 342-345, 1921.

[12] D. Peyrony, Les Moustériens inhumaient-ils leurs morts ? Ribes & Cie, Périgueux, 8 pages, 1921.

[13] R. H. Gargett, Grave shortcomings. Current Anthropology. 30,157-191, 1999.

[14] R. H. Gargett, Middle Palaeolithic burial is not a dead issue : the view from Qafzeh, Saint-Césaire, Kebara, Amud, and Dederiyeh. Journal of Human Evolution. 37, 27-90, 1999.

[15] D. M. Sandgathe, H. L. Dibble, P. Goldberg, S. P. McPherron, The Roc de Marsal Neandertal child : a reassessment of its status as a deliberate burial. Journal of Human Evolution. 61, 243–253, 2011.

[16] D. Gorjanović-Kramberger, Der Diluviale Mensch von Krapina in Kroatien, C.W. Kreidel Verlag, Wiesbaden, 227 pages, 1906.

[17] T. White, Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346. Princeton University Press, Princeton, 462 pages, 1992.

[18] B. Boulestin, Approche taphonomique des restes humains. Le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en préhistoire récente européenne, British Archaeological Reports International series Archaeopress, Oxford, 776, 276 pages, 1999.

[19] F. Le Mort, Modifications artificielles et restes humains préhistoriques : signification et interprétations. Sens dessus dessous - La recherche en Préhistoire. Revue archéologique de Picardie. V, 117-123, 2003.

[20] J. Orscheidt, Der fall Krapina - neue ergebnisse zur frage von kannibalismus beim Neandertaler. Quartär. 55, 63-81, 2008.

[21] M. D. Garralda, « Les Néandertaliens : d'autres gestes envers les défunts » dans Première humanité, gestes funéraires des Néandertaliens, éds B. Vandermeersch, J.-J. Cleyet-Merle, J. Jaubert, B. Maureille, A. Turq, Réunion des Musées Nationaux, Paris, p. 42-51, 2008.

[22] M. D Garralda, Neandertales y manipulacion de cadaveres. Estudios de Antropologia Biologica. 14, 601-628, 2009.

[23] T. White, N. Toth, Engis : Preparation Damage, Not Ancient Cutmarks. American Journal of Physical Anthropology. 78, 361-367, 1991.

[24] D. Peyrony, La Ferrassie, Moustérien, Périgordien, Aurignacien. Préhistoire, tome III, Librairie E. Leroux, Paris, 92 pages, 1934.

[25] M. A. Gremiazki, M. F. Nesturkh, (en russe), Teschik-Tasch. Paleolithic man. Papers of the Institute for Scientific research in Anthrology, State University Press, Moscou, 183 pages, 1949.

[26] J.-F.Tournepiche, C. Couture, J.-L. Guadelli, P. Michel, Les restes néandertaliens du repaire d'hyènes de la grotte de Rochelot (Saint-Amant-de-Bonnieure, Charente, France). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 322, 429-435, 1996.

[27] C. Beauval, B. Maureille, F. Lacrampe-Cuyaubère, D. Serre, D. Peressinotto, J.-G. Bordes, D. Cochard, I. Couchoud, D. Dubrasquet, V. Laroulandie, A. Lenoble,, J.-B. Mallye, S. Pasty, J. Primault, N. Rohland, M. Hofreiter, S. Pääbo, E. Trinkaus, A Neandertal femur from a hyena den at Les Rochers-de-Villeneuve (Lussac-les-Châteaux, Vienne, France). Proceedings of National Academic Sciences of USA. 102, 7085-7090, 2005.

[28] S. Madelaine, B. Maureille, N. Cavanhié, Ch. Couture-Veschambre, E. Bonifay, D. Armand, M.-Fr. Bonifay, H. Duday, Ph. Fosse, B. Vandermeersch, Nouveaux restes humains moustériens rapportés au squelette néandertalien de Regourdou 1 (Regourdou, commune de Montignac, Dordogne, France). Paleo. 20, 101-114, 2008.

[29] A. C. Blanc, L'uomo fossile del Monte Circeo, Rivista di Antropologia. 32, 1-18, 1938-39.

[30] S. Sergi, Il cranio neandertaliano del Monte Circeo. Rivista di Antropologia. 32, 19-34, 1938-39.

[31] S. Borgogini Tarli, A. Canci, P. Francalacci, E. Repetto, The hollowed-out skull base of the calvarium Circeo 1 . Review and discussion of an intriguing finding, dans The Circeo 1 Neandertal skull. Studies and documentation, eds M. Piperno, G. Scichilone, Libreria dello stato, Roma, p. 423-456, 1991.

[32] M. C. Stiner, The faunal remains from Grotta Guattari : a taphonomic perspective. Current Anthropology. 32, 103-117, 1991.

[33] B. Vandermeersch, « Le peuplement de Poitou-Charentes au Paléolithique inférieur et moyen. Préhistoire de Poitou-Charentes, Problèmes actuels » dans Actes du 111e congrès national des Sociétés savantes, commission Pré et Protohistoire, CTHS, Poitiers, p. 7-15, 1987.

[34] B. Maureille, A. Mann, C. Beauval, J.-G. Bordes, L. Bourguignon, S. Costamagno, I. Couchoud, J. Fauquignon, M. D. Garralda, E.-M. Geigl, R. Grün, P. Guibert, F. Lacrampe-Cuyaubère, V. Laroulandie, J.-Cl. Marquet, L. Meignen, C. Mussini, W. Rendu, A. Royer, G. Seguin, J.-P. Texier, « Les Pradelles à Marillac-le-Franc (Charente). Fouilles 2001-2007 : nouveaux résultats et synthèse » dans Préhistoire entre Vienne et Charente. Hommes et sociétés du Paléolithique, eds J. Buisson-Catil, J. Primault, Association des publications chauvinoises, XXXVIII, Chauvigny, p. 145-162, 2010.

[35] C. Mussini, Les restes humains moustériens des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente, France) : étude morphométrique et réflexions sur un aspect comportemental des Néandertaliens, Thèse de l'Université Bordeaux 1, Ecole doctorale Sciences et Environnements, spécialité : Anthropologie biologique, n° ordre 4369, Talence, 478 pages, 2011 (inédit).

[36] S. Costamagno, L. Bourguignon, M.-C. Soulier, L. Meignen, C. Beauval, W. Rendu, C. Mussini, A. Mann, B. Maureille, « Bone retouchers and site function in the Quina Mousterian : the case of Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France) » dans Retouching the Palaeolithic, ed. J. Hudson, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, sous-presse.

[37] H. Rougier, I. Crevecoeur, C. Beauval, C. Posth, D. Flas, C. Wissing., A. Furtwängler, M. Germonpré, A. Gomez-Olivencia, P. Semal, J. van der Plicht, H. Bocherens, J. Krause, Neandertal cannibalism and neandertal bones used as tools in Notrthern Europe. Nature Scientific Report. doi :10.1038/srep29005, 2016.

[38] Th. Bismuth, F. Degaugue, B. Maureille, « La deuxième vie de La Chapelle-aux-Saints », dans La science au présent 2001 – Faits, ed. Encyclopædia Universalis, Malesherbes, p. 33, 2000.

[39] C. Beauval, T. Bismuth, L. Bruxelles, J.-B. Mallye, Berthet A.-L., « La Chapelle-aux-Saints : 1905-2004 » dans Un siècle de recherche. Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire, ed J. Evin, 26e Congrès préhistorique de France, Avignon-Bonnieux, 20-25 sept. 2004, 2, Société Préhistorique française, Paris, p. 197-214, 2007.

[40] M. Boule, L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 14 décembre 1908, 1349–1352, 1908.

[41] W. Rendu, C. Beauval, I. Crèvecoeur, P. Bayle, A. Balzeau, Th. Bismuth, L. Bourguignon, G. Delfour, J.-Ph. Faivre, F. Lacrampe-Cuyaubère, C. Tavormina, D. Todisco, A. Turq, B. Maureille, Evidence supporting an intentional Neandertal burial at La Chapelle-aux-Saints. Proceedings of National Academic Sciences of USA. 111, 81-86, 2014.

[42] W. Rendu, Subsistence activities scheduling within the territory of the last Mousterians Skeletochronological and Zooarchaeological approaches applied to Middle Palaeolithic sites (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) and an Early Upper Palaeolithic one (Isturitz) (Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens. Cémentochronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé 1, La Quina, Mauran) et du Paléolithique supérieur ancien (Isturitz)), Thèse de l'Université Bordeaux 1, Ecole doctorale Sciences du vivant, Géosciences et Sciences de l'Environnements, spécialité :Préhistoire et Géologique du Quaternaire, n° ordre 3513, Talence, 352 pages, 2007 (inédit).

[43] W. Rendu, C. Beauval, I. Crevecoeur, P. Bayle, A. Balzeau, T. Bismuth, L. Bourguignon, G. Delfour, J.-P. Faivre, F. Lacrampe-Cuyaubère, X. Muth, S. Pasty, P. Semal, C. Tavormina, D. Todisco, A. Turq, B. Maureille, Let the dead speak... comments on Dibble *et al.*'s reply to "Evidence supporting an intentional Neandertal burial at La Chapelle aux Saints". Journal of Archaeological Science. 69, 12-20, 2016.

Encart 7. – Taphonomie des homininés dans les sites karstiques du début du Pléistocène dans la région du Cradle of Humankind (Afrique du Sud) : le cas unique de Malapa

Aurore Val

Ditsong National Museum of Natural History, Pretoria –
Evolutionary Studies Institute, Université du Witwatersrand, Johannesburg –
DST/NRF Center of Excellence in Palaeosciences, Afrique du Sud

1 Le *Cradle of Humankind*

La région karstique du *Cradle of Humankind* (« Berceau de l'Humanité ») en Afrique du Sud (Figure 1) représente l'un des endroits les plus riches au monde en termes de fossiles d'homininés (australopithèques, paranthropes et premiers représentants du genre *Homo*) et d'espèces animales associées. Les grottes dolomitiques de la région ont accumulé des restes fossiles depuis le Pliocène, moment de l'ouverture vraisemblable des systèmes karstiques vers la surface. Les fossiles les plus anciens seraient ceux de Way Point 160 à Bolt's Farm, à 4.5 Ma, même si pour le moment seule la présence d'une espèce ancienne de rongeur supporte l'âge Pliocène des dépôts [1]. À Sterkfontein, une datation directe par nucléides cosmogéniques suggère un âge de 3.67 Ma pour les sédiments du Membre 2 à l'intérieur de la Silberberg Grotto [2].

1.1 Taphonomie des gisements de la région

De nombreux processus taphonomiques, à la fois biotiques et abiotiques, et agissant le plus souvent de manière concomitante, ont participé à la formation des ensembles fossiles de la région [3]. Ces processus incluent accumulation par les carnivores (en particulier hyénidés et félidés) et les porcs-épics, fonctionnement de certaines cavités en avens-pièges et introduction d'éléments depuis la surface par gravité ou par l'eau. Pour la fin du Pliocène et le début du Pléistocène, aucune des espèces d'homininés présentes dans la région n'a laissé d'indices suggérant la pratique d'activités de subsistance (boucherie, confection d'outils en pierre ou en os, foyers) à l'intérieur des sites. La présence dans les grottes de leurs restes semble être exclusivement due à l'action de facteurs extrinsèques (prédation par les carnivores, chute accidentelle, apport depuis la surface d'ossements). Aux modes d'accumulation potentiellement destructifs voire très destructifs des ensembles s'ajoutent de nombreux phénomènes post-dépositionnels (action des charognards, des rongeurs, des insectes, de l'eau, des racines, intempérisation, compaction sédimentaire, cycles de calcification/décalcification) qui conduisent, dans la majorité des cas, à un faible degré de préservation des fossiles, extrêmement abondants certes, mais fragmentés, abimés et isolés [3].

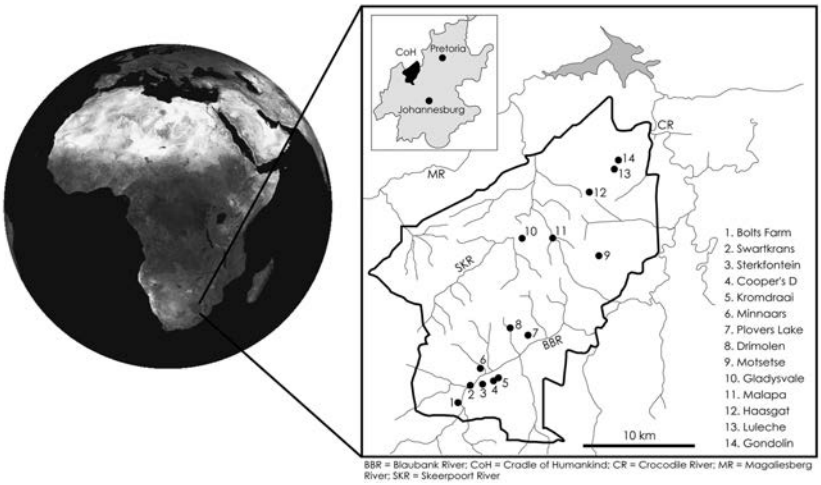


FIGURE 1 – Carte du *Cradle of Humankind* en Afrique du Sud montrant les principaux sites fouillés et/ou en cours de fouilles et Malapa (modifié d'après [6]).

Dans ce contexte taphonomique complexe, le gisement de Malapa constitue une exception remarquable, puisque deux squelettes d'homininés extrêmement bien préservés y ont été retrouvés. La seule autre exception de ce type connue dans le *Cradle* est celle de StW 573 (dit « *Little Foot* »), un squelette d'australopithèque également presque complet provenant de Sterkfontein [4].

Nous proposons ici un bref acompte des résultats de l'étude taphonomique et spatiale des homininés de Malapa et de la faune associée pour tenter d'éclaircir les modalités d'accumulation des restes dans le site et l'origine des conditions de préservation exceptionnelles de ces derniers.

1.2 Présentation du site de Malapa et des restes fossiles

Malapa est situé sur la colline qui fait face à Gladysvale, un autre site ayant livré des restes d'homininés, et à moins de 15 km au nord-nord-est des grottes de Sterkfontein et de Swartkrans (Figure 1). Le site actuel correspond à la partie la plus profonde d'un ancien système karstique aujourd'hui en grande partie érodé. Malapa est constitué de trois fosses excavées par les mineurs pour la calcite au début du XX^{e} siècle [5]. La fosse principale, dont provient la majorité des fossiles d'homininés et sur laquelle se concentre ce travail, est de faibles dimensions, avec une surface de 3.3 par 4.4 mètres et une profondeur d'environ 4 mètres.

Les premiers restes d'homininés ont été découverts en 2008 par le D^{r} Job Kibii et P^{r} Lee Berger, à la surface d'un des nombreux blocs de sédiment clastique calcifié déplacés par les mineurs au moment de l'exploitation du site. Suite à cette découverte, deux campagnes de fouilles ont pris place dans la fosse principale. Celles-ci ont conduit à la mise au jour de plusieurs dizaines de fossiles d'homininés en place ainsi que de nombreux restes de faune [5-7]. Par ailleurs, l'ensemble des

blocs de sédiment déplacés par les mineurs ont été collectés afin d'être préparés manuellement en laboratoire.

Six faciès sédimentaires ont été identifiés, du faciès A (le plus ancien) au faciès F (le plus récent). La formation du faciès D, dont l'âge est estimé à 1.977 Ma [5, 8] et d'où proviennent les restes d'homininés ainsi que de nombreux restes de faune, est le résultat d'une coulée de débris.

2 Matériel étudié

L'ensemble fossile de Malapa représente aujourd'hui 1 341 restes, dont 216 appartenant à deux homininés, *Malapa Hominin 1* (MH1), un male juvénile, et *Malapa Hominin 2* (MH2), une femelle adulte. Ils constituent respectivement l'holotype et le paratype d'une nouvelle espèce d'australopithèque, *Australopithecus sediba* [7]. La majorité des éléments attribués à MH2 provient d'un bloc prélevé dans les sédiments calcifiés (« *arm block* »), en place, du faciès D ; les autres éléments proviennent de six blocs de brèche retrouvés *ex situ*. Pour MH1, trois restes ont été collectés durant la fouille des sédiments décalcifiés du même faciès D. Les autres fossiles proviennent de quatre blocs de brèche isolés [9].

Près de 1 125 restes de faune ont également été collectés à Malapa. Malgré la relative petite taille de l'ensemble, 20 taxons ont été identifiés. Les espèces présentes incluent principalement carnivores et ongulés [6, 10, 11]. Les primates non-humains ne sont quant à eux représentés que par un seul reste, un crâne partiel de babouin [12].

3 Méthodes

3.1 Approche taphonomique classique

Pour l'étude taphonomique des restes d'homininés et de faune associée, les indices suivants ont été analysés : représentation squelettique, profils de mortalité, degré de fragmentation, pourcentages de survie et type de fracture pour les os longs (sur os frais, sur os sec ou cassure récente). L'ensemble des restes a également été observé au microscope optique afin de détecter toute modification de la surface osseuse.

3.2 Approche spatiale et modélisation 3D

En complément de l'étude taphonomique, une approche spatiale ayant recours aux technologies d'imagerie virtuelle et de reconstruction 3D (synchrotron, CT-scanner, micro-CT scanner et traitement à l'aide du logiciel Avizo) a été mise en place. Celle-ci avait pour principal objectif d'effectuer virtuellement des remontages entre les restes d'homininés collectés *ex situ*, dans des blocs de brèche, et ceux retrouvés *in situ*, dans la fosse principale, afin de proposer une reconstruction hypothétique de la position initiale dans laquelle les deux squelettes MH1 et MH2 ont été enfouis. En parallèle de l'analyse spatiale virtuelle, une étude détaillée des connexions anatomiques, pour l'ensemble de la faune, a été menée.

4 Résultats

4.1 État de préservation générale de l'ensemble faunique

Les éléments complets ou quasi-complets ($>$ 75 % préservé) sont nombreux et représentent 54.4 % des fossiles d'homininés et plus de 20 % pour le reste de la faune. Les restes de MH1 et MH2 sont caractérisés par des fractures sur os sec, à l'exception de deux éléments (la mandibule droite de MH1 et l'ulna droite de MH2) qui présentent des fractures sur os frais vraisemblablement causées par une chute [13]. Pour la faune, la plupart des bords de fracture observés pour les os longs est associée à une fragmentation des os à l'état sec. Pour les carnivores et les bovidés, toutes les classes d'âge sont représentées [5, 11]. Les individus adultes dominent dans les deux cas, semblant indiquer des profils de mortalité de type catastrophique, bien que la taille limitée des échantillons appelle à considérer avec prudence ces interprétations. À l'exception des homininés, qui présentent des résultats comparables pour l'ensemble des éléments du squelette, l'estimation des pourcentages de survie pour la faune indique un biais en faveur d'une conservation différentielle liée à la densité osseuse. En d'autres termes, les éléments compacts et plus denses sont sensiblement mieux représentés dans l'assemblage que les éléments plus spongieux et plus fragiles [6].

4.2 Modifications des surfaces osseuses

L'impact des agents taphonomiques biotiques est très limité sur l'ensemble fossile. Que ce soit pour les homininés ou pour le reste de la faune, aucune trace de dents de carnivore ni aucun os digéré n'ont été identifiés. Plusieurs éléments portent des modifications microscopiques attribuées à l'action de mandibules d'insectes. Une identification préliminaire suggère le rôle possible de coléoptères et notamment de Trogidae mais la création d'un vaste référentiel expérimental de comparaison, actuellement en cours, devrait permettre d'affiner ces résultats.

4.3 Remontages et analyse spatiale

4.3.1 Connexions anatomiques

De nombreux spécimens de l'ensemble faunique de Malapa ont été retrouvés en connexion anatomique ; ils correspondent à la fois à des articulations labiles, labiles emboîtantes, intermédiaires et persistantes (Tableau 1).

Tableau 1 – Fossiles retrouvés en connexion anatomique [5, 9]

Taxon	Éléments retrouvés en connexion anatomique	Description	Type d'articulation
Hyène brune	Cheville (tibia distal, fibula distale, calcanéum et talus)	connexion stricte	persistante
Large félidé	Patte arrière (ensemble des tarsiens et métatarsiens IV et V)	connexion stricte	persistante
Bovidé	Patte arrière (deux phalanges proximales, deux phalanges médiales, deux phalanges distales et deux sésamoïdes)	connexion stricte	intermédiaire
Bovidé	Patte arrière (un métatarse, une phalange proximale et quatre sésamoïdes)	connexion stricte	intermédiaire
Bovidé	Une phalange médiale, une phalange distale et un sésamoïde	connexion stricte	intermédiaire
Bovidé	Une phalange intermédiaire et une phalange distale	connexion stricte	intermédiaire
Bovidé	Neuf vertèbres thoraciques	connexion stricte	persistante
Bovidé	Un fémur articulé avec un tibia	connexion stricte	persistante
Bovidé	Un humérus articulé avec un radio-ulnaire	connexion stricte	intermédiaire
Bovidé	Un fœtus quasi complet en articulation	connexion stricte	labiles, intermédiaires et persistantes
Équidé	Carpiens (grand os et os crochu) et métacarpien vestigial	connexion stricte	labile
Léporidé	Sacrum articulé avec les trois dernières vertèbres lombaires	connexion stricte	persistante
Genette	Partie supérieure du squelette postcrânien (de la mandibule au sacrum)	connexion lâche	labiles, intermédiaires et persistantes
Bovidé	Patte inferieure (calcanéum, talus, os malléolaire, cunéiforme et cubo-naviculaire	connexion lâche	persistante
Bovidé	Carpiens (scaphoïde, grand os et hamatum)	connexion lâche	labiles
Bovidé	Humérus et scapula	connexion lâche	labile emboîtante
Bovidé	Côtes	connexion lâche	labile
Bovidé	Deux vertèbres cervicales	connexion lâche	persistante
Bovidé	Trois vertèbres cervicales (atlas, axis et troisième cervicale)	connexion lâche	persistantes
Bovidé	Deux côtes et une vertèbre thoracique	connexion lâche	labile
Bovidé	Patte arrière gauche (tibia, métatarse, talus, calcanéum et cubo-naviculaire)	connexion lâche	persistante
Rongeur	Crâne et mandibule	connexion lâche	labile
Hyène brune	Une phalange proximale et une phalange intermédiaire	connexion lâche	labile
Indét.	Côtes	connexion lâche	labile
MH2	Cheville droite (tibia distal, calcanéum et talus)	connexion stricte	persistante
MH2	Genou droit (fémur distal, tibia proximal, patella)	connexion stricte	labile
MH2	Deux dernières vertèbres lombaires	connexion stricte	persistante
MH2	Deux dernières vertèbres thoraciques	connexion stricte	intermédiaire
MH2	Sacrum et dernière vertèbre lombaire	connexion stricte	persistante
MH2	Main droite complète (carpiens, métacarpiens et phalanges)	connexion lâche	labile
MH2	Manubrium et clavicule	connexion lâche	labile
MH2	Scapula et humérus	connexion lâche	labile emboîtante
MH2	Quatre vertèbres thoraciques	connexion lâche	intermédiaire
MH2	Sacrum et ilium droit	connexion lâche	persistante
MH2	Articulation du coude droit (humérus, radius et ulna)	connexion lâche	labile

Pour finir, treize paires symétriques d'ossements appartenant à des carnivores, des bovidés et des rongeurs ont été identifiées dans l'ensemble faunique [6].

4.3.2 Remontage des fossiles d'homininés découverts ex situ et reconstruction de la position d'enfouissement de MH1 et MH2

Pour MH1 (Figure 2), deux blocs contenant respectivement le crâne, la partie proximale de l'humérus droit (« *skull block* ») et la partie distale de ce même os et le bassin (« *ilium block* ») remontent directement par l'intermédiaire de l'humérus fragmenté. L'organisation des sédiments à l'intérieur de la cavité crânienne (données virtuelles obtenues grâce au synchrotron) a permis de replacer précisément le crâne de MH1 dans le site et, par conséquent, l'ensemble des éléments qui lui sont associés [9]. Deux autres blocs (« *block UW88-B051* » et « *clavicle block* ») ont pu être remontés via l'ulna, cassée en deux parties présentes dans chacun d'eux. Le remontage virtuel de ces deux blocs dans le site se base sur les observations faites pour l'ensemble des fossiles appartenant à MH1 (en particulier ceux retrouvés à l'intérieur des blocs de sédiment calcifié) et qui suggèrent de très légers mouvements pour les restes osseux par rapport à leur emplacement anatomique initial. Ainsi, la position hypothétique dans laquelle MH1 aurait été déposé avant d'être recouvert par la coulée de débris est la suivante : sur le ventre avec les jambes allongées et le bras droit replié, au-dessus et situé perpendiculairement à MH2 en suivant une direction nord-est/sud-ouest [9].

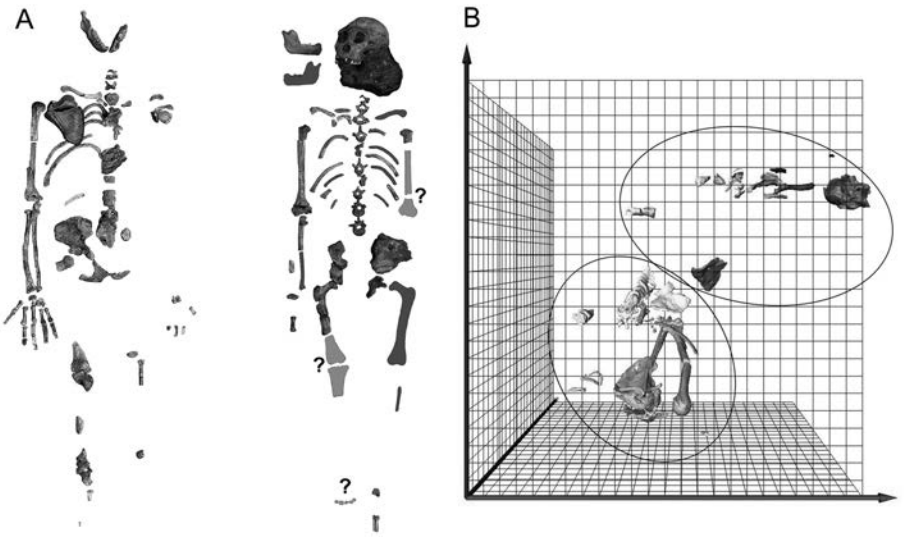


Figure 2 – (A) restes fossiles appartenant à MH1 (droite) et MH2 (gauche) ; (B) reconstruction virtuelle, à l'aide du logiciel Avizo, de la position initiale des restes d'homininés au moment de leur enfouissement par la coulée de débris (MH2 en bas et MH1 en haut).

Pour MH2 (Figure 2), le bloc contenant la majorité des fossiles (« *arm block* ») a été retrouvé en place dans le site. Un second bloc (« *scapula fragment block* »), contenant un fragment de la scapula droite, la clavicule droite, la mandibule droite et une vertèbre cervicale a pu être facilement remonté, par l'intermédiaire de la scapula. Les cinq autres blocs retrouvés *ex situ* (« *ankle block* », « *pelvic*

block », « *thoracic vertebrae blocks 1 and 2* » et « *lumbar vertebrae block* ») ont été replacés dans le site en fonction de la position des éléments *in situ* et basé sur le constat que, tout comme les restes de MH1, les fossiles appartenant à MH2 n'ont été que très faiblement déplacés par rapport à leur situation anatomique initiale. Nous proposons donc la position suivante pour MH2 : allongée sur le dos, en-dessous de MH1, et alignée selon une direction nord-sud. Il semble que ses bras aient été étendus le long du corps alors que ses jambes aient été pliées avec les genoux pointant en direction de l'est [9].

5 Discussion

5.1 Modalités d'accumulation dans le site des homininés MH1 et MH2 et de la faune associée

Les caractéristiques taphonomiques de l'ensemble fossile de Malapa pointent toutes vers l'hypothèse d'une accumulation des animaux, homininés compris, par le biais d'un aven-piège et confirment ainsi le scénario préliminaire proposé par Dirks et collègues [5]. Ces caractéristiques indiquent l'introduction de carcasses entières dans le site, vraisemblablement sans contribution par les prédateurs. Par ailleurs, l'absence de traces de manducation de carnivores ou de rongeurs sur les restes suggère que les animaux ont été piégés dans une partie du système karstique présentant un accès extrêmement limité pour les charognards. Les sédiments qui composent le faciès D sont typiques de sédiments déposés sous l'action d'une coulée de débris [5]. Cette dernière, ayant recouvert les carcasses en cours de décomposition, est associée à la création d'un environnement anaérobique propice à la fossilisation qui, combiné à l'absence de perturbation par les charognards, contribue à expliquer le remarquable état de préservation des homininés MH1 et MH2 et d'une partie au moins des restes de faune associée.

5.2 Contexte d'enfouissement de MH1 et MH2

La présence, dans l'ensemble fossile, de nombreux restes retrouvés en articulation en général et la préservation de connexions à la fois labiles et persistantes en particulier suggère la possible dessiccation partielle ou complète de certaines carcasses animales, homininés compris, au moment de leur enfouissement par la coulée de débris [14-16]. Si elle est confirmée, l'attribution des modifications microscopiques observées sur plusieurs restes à une/des espèce(s) de Trogidae, des insectes intervenant généralement à la fin du processus de décomposition des cadavres et se nourrissant des tissus organiques desséchés (peau momifiée, cheveux), soutient également cette hypothèse.

5.3 Implications

Les résultats de l'analyse taphonomique et spatiale des restes de MH1 et MH2 impliquent que ces deux individus sont entrés dans le site entiers et qu'ils ont vraisemblablement été recouverts par la coulée de débris avant la fin du processus de décomposition. Une des conséquences de ce scénario est la probabilité que

l'ensemble des éléments de leurs deux squelettes soient préservés et puissent, à terme, être retrouvés. La reconstruction de la position d'enfouissement de MH1 et MH2 permet d'émettre des hypothèses quant à la position possible des restes manquants, soit dans les dépôts en place qui attendent d'être fouillés, soit dans les blocs déplacés par les mineurs et n'ayant pas encore été préparés.

Pour terminer, certains auteurs ont suggéré que MH1 et MH2 constitueraient en fait un mélange de restes fossiles appartenant à deux espèces d'homininés distinctes et utilisent cet argument pour remettre en cause la validité taxonomique d'*Au. sediba* [17, 18]. Les résultats de notre étude supportent au contraire l'intégrité de ces deux individus, un jeune mâle et une adulte femelle, qui ne représentent en aucun cas un assemblage aléatoire de restes isolés et appartenant à plusieurs espèces différentes mais bien l'holotype et le paratype d'*Au. sediba* [7].

Références

[1] F. Sénégas, D. M. Avery, New evidence for the murine origins of the Otomyinae (Mammalia, Rodentia) and the age of Bolt's Farm (South Africa). South African Journal of Science. 94, 503-507, 1998.

[2] D. E. Granger, R. J. Gibbon, K. Kuman, R. J. Clarke, L. Bruxelles, M. W. Caffee, New cosmogenic burial ages for Sterkfontein Member 2 *Australopithecus* and Member 5 Oldowan. Nature. 522, 85-88, 2015.

[3] C. K. Brain, The Hunters or the Hunted ? Introduction to South African Cave Taphonomy, Chicago : University of Chicago Press. 365 pages, 1981.

[4] R. J. Clarke, First ever discovery of a well-preserved skull and associated skeleton of *Australopithecus*. South African Journal of Science. 94, 460-463, 1998.

[5] P. H. G. M. Dirks, J. M. Kibii, B. F. Kuhn, C. Steininger, S. E. Churchill, J. D. Kramers, R. Pickering, D. L. Farber, A. – S. Mériaux, A. I. R. Herries, G. C. P. King, L. R. Berger, Geological setting and age of *Australopithecus sediba*. Science. 328, 205-208, 2010.

[6] A. Val, P. H. G. M. Dirks, L. R. Backwell, F. d'Errico, L. R. Berger, Taphonomic analysis of the faunal assemblage associated with the hominins (*Australopithecus sediba*) from the early Pleistocene cave deposits of Malapa, South Africa. PloS One. 10 (6), e0126904, 2015.

[7] L. R. Berger, D. J. de Ruiter, S. E. Churchill, P. Schmid, K. J. Carlson, P. H. G. M. Dirks, J. M. Kibii, *Australopithecus sediba* : a new species of *Homo*-like australopith from South Africa. Science. 325, 195-204, 2010.

[8] R. Pickering, P. H. G. M. Dirks, Z. Jinnah, D. J. de Ruiter, S. E. Churchill, A. I. R. Herries, J. D. Woodhead, J. C. Hellstrom, L. R. Berger, *Australopithecus sediba* at 1.977 Ma and implications for the origins of the genus *Homo*. Science. 333, 1421-1423, 2011.

[9] A. Val, L. R. Backwell, P. H. G. M. Dirks, F. d' Errico, L. R. Berger, Reconstruction of the burial position of two hominin skeletons (*Australopithecus sediba*) from the early Pleistocene Malapa cave site, South Africa. Geoarchaeology. Sous presse.

[10] B. F. Kuhn, L. Werdelin, A. Hartstone-Rose, R. S. Lacruz, L. R. Berger, Carnivoran remains from the Malapa hominin site, South Africa. PloS One. 6(11), e26940, 2011.

[11] J. K. Brophy, D. J. de Ruiter, M. Fortelius, M. Bamford, L. R. Berger, Pleistocene Bovidae (Mammalia) from Malapa, Gauteng Province, South Africa. Palaeontologia Electronica. 19 (2), 16A, 1-22, 2016.

[12] C. C. Gilbert, C. M. Steininger, J. M. Kibii, L. R. Berger, *Papio* cranium from the hominin-bearing site of Malapa : implications for the evolution of modern baboon cranial morphology and South African Plio-Pleistocene biochronology. PloS One. 10 (8), e0133361, 2015.

[13] E. N. L'Abbé, S. A. Symes, J. T. Pokines, L. L. Cabo, K. E. Stull, S. Kuo, D. E. Raymond, P. S. Randolph-Quinney, L. R. Berger, Evidence of fatal skeletal injuries on Malapa Hominins 1 and 2. Nature Scientific Reports. 5, 15120, 1-11, 2015.

[14] B. Maureille, P. Sellier, Dislocation en ordre paradoxal, momification et décomposition : observations et hypothèses. Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris, Nouvelle Série. 8 (3-4), 313-327, 1996.

[15] H. Duday, P. Courtaud, E. Crubezy, P. Sellier, A. – M. Tillier, L'Anthropologie « de terrain » : reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris, Nouvelle Série. 2 (3-4), 29-49, 1990.

[16] T. R. Pickering, R. J. Clarke, J. L. Heaton, The context of StW 573, an early hominid skull and skeleton from Sterkfontein Member 2 : taphonomy and paleoenvironment. Journal of Human Evolution. 46, 279-297, 2004.

[17] E. Been, Y. Rak, The lumbar spine of *Australopithecus sediba* indicates two hominid taxa. Paleoanthropology Society Meeting Abstracts, Calgary, Canada, 8-9 April 2014.

[18] Y. Rak, E. Been, Two hominid taxa at Malapa : the mandibular evidence. Paleoanthropology Society Meeting Abstracts, Calgary, Canada, 8-9 April 2014.