

# Identification des cas de trépanations dans les populations anciennes : base de données et outil interactif de soutien au diagnostic différentiel

## Identifying Trepanning in Ancient Populations: a Database and Interactive Online Tool for Differential Diagnoses

C. Partiot · M. Bessou · M. Chavent · É. Dodré · B. Maureille · A. Thomas

Reçu le 8 février 2017 ; accepté le 28 avril 2017  
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2017

**Résumé** Les nombreux cas de trépanations crâniennes dans les populations anciennes sont identifiés très majoritairement à partir de la forme de l'ouverture pratiquée sur la voûte. En l'absence de traces caractéristiques des outils du praticien, il est toutefois toujours possible qu'il s'agisse d'une « pseudo-trépanation », c'est-à-dire d'un orifice d'origine pathologique ou taphonomique mimant l'allure d'une ouverture anthropique. Notre étude a pour but d'améliorer le travail de comparaison du diagnostic différentiel grâce à la création d'une base de données recensant les multiples facteurs responsables de lacunes de la voûte crânienne. Ce référentiel a permis l'élaboration d'un outil interactif de soutien au diagnostic différentiel sur la plateforme collaborative de gestion de données Xper3, la première de ce type. Notre revue bibliographique de la littérature anthropologique et médicale a rassemblé dans une base de données les caractéristiques morphologiques des lacunes produites par 79 étiologies en fonction de 13 critères de description quantitatifs et

qualitatifs. La comparaison d'un cas archéologique avec des cas connus par l'intermédiaire de l'outil interactif facilite alors le travail de recherches comparatives, oriente l'observateur vers des étiologies potentiellement compatibles et consolide le diagnostic différentiel en augmentant rapidement le nombre de facteurs à discuter.

**Mots clés** Craniectomie · Craniotomie · Pseudo-trépanations · Lacune crânienne · Perforation · Pathologie

**Abstract** The great majority of cranial trepanning cases in ancient populations are identified by the shape of the opening made in the skull. However, if there are no distinctive traces left by the trepanner's tools, the hole may be a "pseudo-trepanation," a pathological or taphonomic opening similar in aspect to a trepanation. The purpose of our study is to improve the process of comparison for differential diagnoses by developing a reference system for the many factors responsible for vault defects. Each factor is associated with a detailed description of the corresponding defect on dry bone. This reference system led to the development of Xper3, a versatile data management platform and the first interactive online tool to support differential diagnoses of cranial defects. From a bibliographical review of the anthropological and medical literature, the morphological features of defects produced by 79 etiologies were compiled in a database according to 13 quantitative and qualitative description criteria. Using the interactive tool to compare an archaeological case with documented cases facilitates comparative studies by guiding the user towards possible aetiologies and strengthens the differential diagnosis by increasing the number of factors to be examined.

---

C. Partiot (✉) · M. Bessou · B. Maureille  
Université de Bordeaux, CNRS,  
ministère de la Culture et de la Communication,  
PACEA, UMR 5199, allée Geoffroy-Saint-Hilaire,  
F-33615 Pessac cedex, France  
e-mail : caroline.partiot@u-bordeaux.fr

M. Chavent  
INRIA Bordeaux Sud-Ouest,  
institut de mathématiques de Bordeaux,  
université de Bordeaux, 351, cours de la Libération,  
F-33405 Talence cedex, France

É. Dodré  
Centre hospitalier régional universitaire de Lille,  
2, avenue Oscar-Lambret, F-59037 Lille cedex, France

A. Thomas (✉)  
UMR 7206 Éco-anthropologie et ethnobiologie,  
CNRS-MNHN-université Paris-Diderot-Sorbonne Paris-Cité,  
F-75016 Paris, France  
e-mail : aline.thomas@mnhn.fr

**Keywords** Craniectomy · Craniotomy · Pseudo-trepanation · Cranial defect · Perforation · Pathology

## Introduction

Les crânes trépanés bénéficient d'une place particulière dans la recherche anthropologique depuis les travaux de Broca [1–4] et la découverte de l'existence de cette pratique dans les populations anciennes. Certains cas se rapportent en effet à la fin de l'Épipaléolithique [5,6]. Le nombre de cas identifiés n'a depuis cessé de croître, avec pour conséquence l'extension de la diversité morphologique des craniectomies répertoriées [7,8]. Cette variabilité de formes et de dimensions dépend en premier lieu du mode opératoire, autant dans les cas de survie que de décès rapide ou d'intervention post mortem. Les lacunes peuvent être uniques ou multiples, de forme quadrangulaire, ronde, ovoïde ou même irrégulière [9]. La surface manquante au niveau de la voûte varie de quelques millimètres carrés à plusieurs dizaines de centimètres carrés. La morphologie des orifices dépend du temps de survie postopératoire de l'individu si l'intervention a lieu de son vivant. S'il décède immédiatement, aucun remodelage n'est visible. Le cas correspond à une atteinte péri mortem et ne peut alors être distingué d'un prélèvement post mortem [10]. Lorsque l'individu survit assez longtemps pour qu'une cicatrisation soit visible, les remodelages, de même que de potentiels processus de type infectieux, modifient la forme de l'ouverture [11]. À cela s'ajoutent d'éventuelles manipulations post mortem, ainsi que les effets de l'ensemble des processus taphonomiques.

L'extraction volontaire d'un volet osseux ne représente néanmoins qu'une petite partie des causes expliquant la présence de lacunes de la voûte crânienne sur des squelettes anciens [12]. De nombreuses origines distinctes induisent des perforations pouvant être facilement confondues avec les orifices relevant d'une trépanation [10]. La présence d'une lacune crânienne peut en effet résulter de deux phénomènes : il s'agit soit d'une disparition de l'os (d'origine pathologique, taphonomique ou anthropique), soit d'une anomalie dans son apparition, comme un défaut d'ossification [13]. Comme la détermination de cette origine s'appuie sur la recherche des causes d'une manifestation visible sur l'os, nous proposons d'employer pour chacun de ces facteurs potentiellement confondants le terme d'« étiologie » conçu comme appartenant à un « groupe nosologique » [13]. Même si ces termes sont, par définition, utilisés pour décrire des pathologies, nous avons souhaité pour des raisons pratiques et pour faciliter la compréhension, les employer dans un sens large, incluant les phénomènes taphonomiques.

Les étiologies relatives à ces deux mécanismes peuvent se classer en cinq grands groupes nosologiques : les défauts congénitaux (malformations présentes dès la naissance, à la suite d'affections génétiques ou de causes toxiques), les pathologies (infections, tumeurs, maladies métaboliques), les traumatismes (accident, contexte de violence civile ou

militaire), les opérations volontaires (trépanations) et les atteintes post mortem ou taphonomiques [13]. Les morphologies des lacunes crâniennes générées par ces facteurs distincts sont de fait très diverses, d'autant plus que différentes causes peuvent avoir agi simultanément ou successivement sur une même zone crânienne.

Dans le cadre d'un diagnostic de craniectomie (et à l'exclusion des cas de présence conjointe des traces laissées par l'outil et des remodelages prouvant la survie postopératoire du sujet), il est donc nécessaire d'exclure les lacunes de la voûte crânienne « mimant » le résultat d'une trépanation. Ces ouvertures présentant une morphologie confondante sont appelées « *pseudo-trépanations* » selon l'expression utilisée par Stewart [14,15] en référence à la « *pseudopathologie* » de Wells [16].

Pour toute démarche de diagnostic différentiel, le chercheur entreprend un travail d'élimination : la morphologie de la lacune étudiée est comparée à celle d'un nombre variable de cas rencontrés en pratique ou identifiés dans la littérature. La discussion autour de ces cas permet de proposer une origine précise (qu'il s'agisse d'une trépanation ou d'une autre étiologie), ou au contraire de conclure que l'identification est impossible au vu des éléments pris en compte. En l'absence de référentiel recensant les étiologies et les descriptions morphologiques des lacunes associées, le caractère chronophage de ces recherches « manuelles » limite le nombre de cas inclus dans la comparaison. Elles peuvent également avoir tendance à augmenter le risque d'erreur de diagnostic lorsqu'elles omettent une partie des étiologies potentielles ou probables. En effet, plus le nombre de comparaisons est réduit, plus les chances de ne pas inclure l'étiologie réelle du cas d'étude sont élevées.

Afin de fournir rapidement un grand nombre d'étiologies concurrentielles, nous avons établi une base de données constituant à la fois un référentiel des principales étiologies responsables de lacunes crâniennes et un référentiel de morphologies sur os sec des lacunes crâniennes associées. Le recours à cette base de données facilite la pose d'un diagnostic différentiel que la normalisation de la description morphologique des orifices rend plus rapide et solide.

## Élaboration de la base de données

### Phase descriptive

Nous avons examiné dans un premier temps la littérature portant sur les lacunes de la voûte crânienne en général, ainsi que les cas avérés de trépanations archéologiques en particulier, afin d'en extraire la terminologie courante ainsi que les critères descriptifs (ici appelés descripteurs) pertinents (Annexe 1). Il s'agit de critères visibles sur os sec, à l'échelle macroscopique, et relatifs au nombre de lacunes, à leur localisation

sur la voûte ainsi qu'à leur forme [9,17–19]. Sur os sec, c'est en effet toujours ce travail descriptif qui va permettre la détermination de l'étiologie responsable de l'orifice. Pour l'ensemble de ces 13 descripteurs, 50 états ont été comptabilisés, c'est-à-dire entre deux et huit pour chaque descripteur (Annexe 1). Par exemple, pour le descripteur « nombre de défauts », trois états sont comptabilisés : « défaut unifocal », « défauts bifocaux » et « défauts multifocaux ». L'intérêt de cette phase de recherche descriptive est de proposer une caractérisation détaillée de la morphologie des orifices crâniens afin de normaliser l'enregistrement des observations par l'intermédiaire de qualificatifs définis (Annexe 1).

### Phase de recensement

Parallèlement à cette recherche, un recensement des étiologies responsables de lacunes osseuses de la voûte crânienne a été effectué, toujours à partir d'une revue bibliographique de la littérature médicale et anthropologique (Annexe 2, voir matériel supplémentaire en ligne). Soixante-dix-neuf étiologies réparties dans cinq groupes nosologiques ont été distinguées (Fig. 1). Les lacunes crâniennes ayant pour origine l'usage d'armes à feu n'ont pas été considérées.

Chaque étiologie a été documentée quant à son origine (génétique, pathologique, traumatique), ses caractéristiques générales (circonstances d'apparition, évolution) et ses fréquences dans la population. Les lacunes produites par chacune de ces étiologies ont ensuite été décrites en fonction des 13 descripteurs précédemment identifiés et définis (Annexe 1).

Une base de données regroupe ces informations ; elle présente pour chaque étiologie, selon les informations obtenues par l'intermédiaire de la revue bibliographique, les caractéristiques de l'atteinte, la ou les source(s) bibliographique(s) consultée(s) à ce sujet, les signes crâniens et/ou infracrâniens fréquemment associés, ainsi que la description morphologique du défaut sur os sec selon les 13 descripteurs sélectionnés.

## Base de données descriptives en ligne et outil interactif de soutien au diagnostic différentiel des lacunes crâniennes

### Programme Xper3<sup>1</sup>

La base de données que nous avons élaborée a été intégrée dans le programme de gestion de données Xper3. Cette plateforme collaborative de gestion de données permet, d'une

<sup>1</sup> Le programme Xper3, édition collaborative de données descriptives, outils d'analyses, de publications et d'identification en ligne, <http://www.xper3.fr>, a été conçu et développé par le laboratoire d'informatique et systématique, UMR 7205 (CNRS, MNHN, UPMC). Il est gratuit mais soumis à la licence *Creative Commons* Paternité, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>.

part, de stocker et d'éditer des données descriptives en ligne et de les partager. La plateforme propose d'autre part — à partir de ces mêmes données — un module d'identification interactive. Xper3 étant en premier lieu une plateforme dédiée à l'identification d'espèces, certains termes, propres à l'interface et non modifiables, ne sont pas en adéquation avec notre problématique. Ainsi l'item « Taxons » correspond ici aux « Étiologies ». Hormis cet écart formel, la plateforme est parfaitement adaptée à l'enregistrement des critères descriptifs des 79 étiologies de lacunes crâniennes telles qu'enregistrées dans notre base de données : chaque étiologie a été décrite en fonction des 13 descripteurs et de leurs différents états possibles. Ce travail d'édition des données descriptives rend cette base consultable en ligne et permet de rendre opérationnel l'outil d'identification interactive proposé par la plateforme Xper3.

### Objectifs de l'outil

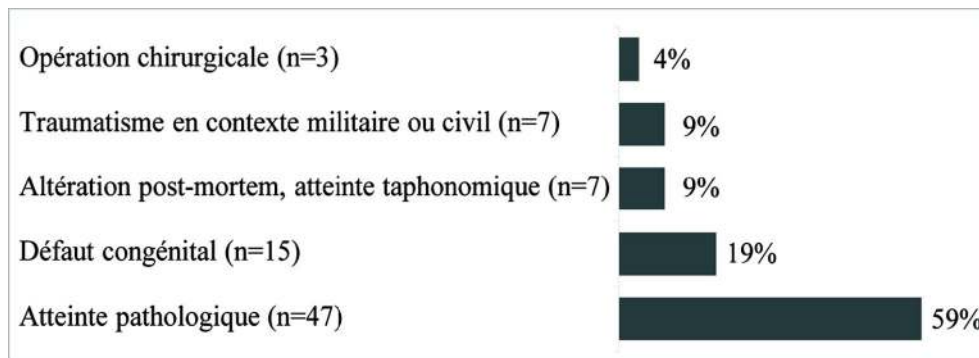
L'objectif de l'outil est de donner à tout utilisateur un accès rapide à un grand nombre d'étiologies responsables de lacunes crâniennes. En comparant les critères descriptifs de ces étiologies à n'importe quel cas d'étude, l'outil d'aide au diagnostic écarte graduellement celles dont les caractéristiques morphologiques sont différentes. L'identification de correspondances morphologiques entre le cas étudié et ceux de la base donne ainsi accès à différentes étiologies potentiellement compatibles.

L'accès aux critères descriptifs de ces étiologies et à leurs références bibliographiques vise ainsi à faciliter le travail de recherche nécessaire à la réalisation d'un diagnostic différentiel rigoureux, le plus complet possible. Le référentiel que nous proposons peut également être utilisé dans le but d'exclure une étiologie ou une origine nosologique envisagée en premier lieu, mais dont les caractéristiques ne correspondent pas. L'outil pourra être utilisé dans le cadre de la détermination d'un cas de craniectomie, comme pour l'étude d'individus porteurs de lacunes osseuses crâniennes d'une manière générale.

### Mode d'emploi

L'utilisateur accède à la page publique de l'outil sous l'url <http://www.xper3.fr/xper3GeneratedFiles/publish/identification/4939619561844195671/mkey.html>. Il procède à la description de son cas d'étude, en sélectionnant successivement les descripteurs (au minimum un parmi les 13) et en renseignant pour chacun, zéro, un ou plusieurs états (Annexe 1). En cas d'hésitation, l'utilisateur peut soit ne pas répondre et passer au critère suivant, soit sélectionner plusieurs états.

L'utilisateur va procéder à une ou plusieurs phases successives de description (Fig. 2A). La phase initiale propose



**Fig. 1** Répartition, en fonction de leur groupe nosologique, des 79 étiologies responsables de lacunes crâniennes intégrées à la base de données et à l'outil interactif / *Distribution by nosological group of the 79 etiologies of cranium defects compiled into the data base and online tool*

les descripteurs n<sup>os</sup> 1 à 8. L'utilisateur est invité à compléter en priorité les quatre premiers descripteurs, puis à cliquer *Envoyer*. En fonction des états renseignés, l'utilisateur accède à de nouveaux descripteurs (n<sup>os</sup> 9 à 13) ainsi qu'à ceux non renseignés lors de la phase initiale. La précision de la description du cas d'étude peut ainsi se poursuivre en une ou plusieurs phases. Les états et descripteurs renseignés sont enregistrés au fur et à mesure dans un onglet *Historique* et peuvent à tout moment être modifiés.

À chaque étape, dès que l'utilisateur clique *Envoyer*, l'outil affiche les résultats de la requête sous la forme d'une liste (Fig. 2B). En haut de la liste, les étiologies surlignées en vert sont théoriquement compatibles avec le cas d'étude. L'outil procédant par exclusion, ces étiologies correspondent en pratique à celles qui ne présentent, par descripteur, aucune incompatibilité avec les données renseignées pour le cas d'étude. Dès lors que, pour un descripteur, un état sélectionné pour le cas d'étude n'apparaît pas dans la fiche descriptive de l'étiologie, et qu'aucun autre état compatible n'est sélectionné pour ce même descripteur, alors l'étiologie sera écartée (biffée dans la liste des résultats). Les descripteurs non renseignés ne conduisent pas à l'exclusion de l'étiologie. En fonction du nombre de critères discordants, les étiologies écartées présentent un taux de correspondance plus ou moins important avec le cas d'étude. Leur classement dans la liste biffée respecte un ordre décroissant de compatibilité (partiellement surlignés : Fig. 2B).

En cliquant sur chaque étiologie, l'utilisateur a accès à sa fiche descriptive (Fig. 2B) : informations générales, bibliographie associée et critères descriptifs (i.e. états enregistrés dans la base pour chaque descripteur). L'utilisateur est invité à regarder également les caractéristiques des étiologies écartées ayant tout de même un taux de correspondance élevé avec sa description. Une option d'affichage sur chaque fiche descriptive permet de visualiser le détail des correspondances entre le cas d'étude et l'étiologie (Fig. 2B).

### Exemple d'utilisation de l'outil

Nous proposons ici d'illustrer l'utilisation de l'outil à partir d'un cas d'étude archéologique inédit (Fig. 3). Il s'agit d'une *calvaria* dont la partie gauche n'a pu être que partiellement remontée. Il manque une partie de l'os frontal, une partie de l'os pariétal gauche et l'os temporal gauche. Sur son côté droit, au niveau de la bosse pariétale droite, la *calvaria* expose une perforation de taille moyenne, en forme de triangle irrégulier, circonscrite d'une large surface déprimée, d'un os compact, aux dépens de la table externe et du diploé. L'arête au niveau de la perforation est aiguë et sinueuse. Par sa morphologie, sa taille et sa localisation, ce défaut crânien évoque certains cas de lacunes interprétées comme une trépanation cicatrisée.

La description de ce cas d'étude à l'aide de l'outil interactif est résumée dans le Tableau 1. À l'issue de la première phase de description (états des descripteurs n<sup>os</sup> 1 à 4), l'outil écarte 45 étiologies et en conserve 34. Au terme d'une deuxième puis d'une troisième phase de description, six nouveaux états sont enregistrés (correspondants aux descripteurs n<sup>os</sup> 9, 10, 5, 6 puis 12 et 13) et permettent d'aboutir à une liste de huit étiologies, toutes compatibles avec la description faite du cas d'étude, et à partir desquelles le diagnostic différentiel pourra être discuté et approfondi.

Parmi ces étiologies compatibles (Tableau 1), l'amincissement osseux bipariétal perforant suppose une atteinte bifocale et symétrique, que la conservation de la *calvaria* ne permet pas d'assurer de manière définitive. Toutefois, la surface déprimée sur le sommet de l'os pariétal gauche, à proximité de la cassure, suggère en effet la présence d'une deuxième ouverture à ce niveau, morphologiquement semblable à celle du côté droit. À titre exploratoire, une nouvelle description, considérant cette double perforation comme effective est réalisée : modification des états des descripteurs n<sup>os</sup> 2 et 5 (Tableau 1). Ces critères de description (défauts *bifocaux* et *bilatéraux avec symétrie*) étant plus sélectifs (i.e.



**A. Description du défaut crânien en 1, 2 ou 3 phases successives**

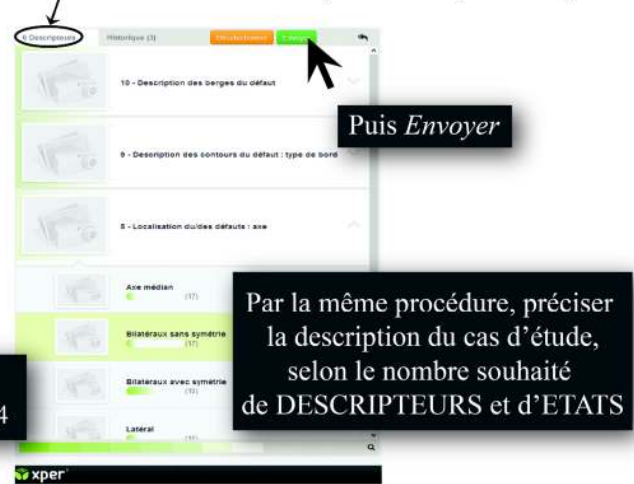
**Phase initiale de description**

Liste des DESCRIPTEURS n°1 à 8



**Phase(s) suivante(s) de description**

En fonction des ETATS renseignés en Phase initiale, accès aux DESCRIPTEURS suivants, en une ou plusieurs phases



**B. Résultat de la requête**

**HISTORIQUE :**

Résumé de la description et modifications possibles



**ETIOLOGIES**

**Etiologies compatibles**

*Cliquer sur chaque étiologie*

*Etiologies écartées dans l'ordre décroissant de correspondance*

**Fiches descriptives**

*Définition, références bibliographiques, caractéristiques (ETATS/DESCRIPTEURS)*



\* NB : Terme "taxons" propre à l'interface xper3, lire "ETIOLOGIES".

**Fig. 2** Utilisation de l'outil interactif d'aide au diagnostic différentiel des étiologies responsables de lacunes crâniennes sous Xper3, accessible à l'adresse : <http://www.xper3.fr/xper3GeneratedFiles/publish/identification/4939619561844195671/mkey.html> / Use of the interactive online tool to support differential diagnoses of etiologies responsible for cranial defects

ils concernent un nombre plus limité d'étiologies), la recherche aboutit à de nouvelles exclusions (Tableau 1). Six étiologies demeurent conformes à notre description et permettent d'alimenter la discussion sur le diagnostic définitif du défaut. En tout état de cause, le diagnostic de trépanation cicatrisée doit être discuté et confronté à un minimum de cinq étiologies concurrentes.

**Commentaires critiques et recommandations aux utilisateurs**

**Critères descriptifs de la base de données**

Nous avons fait le choix de dénombrer au maximum les étiologies, là où il aurait été possible d'avoir une approche



**Fig. 3** Vue supérieure de la *calvaria* de l'individu n° 58 de Rosheim « Rosenmeer » (France) et vue de détail de la lacune siégeant sur la bosse pariétale droite. P : postérieur, A : antérieur / *Cranial defect in subject n° 58 from Rosheim Rosenmeer (France): detail of the defect on the right parietal eminence. P: posterior, A: anterior*

plus synthétique, par exemple en regroupant les différents types de céphalocèles ou de kystes. Les origines ont été considérées séparément, car les défauts produits peuvent avoir des morphologies différentes. Cette division correspond de plus à la problématique générale de notre étude, visant à réunir dans un référentiel les différentes origines possibles plutôt que d'en faire la synthèse.

Le nombre élevé de critères descriptifs est destiné à permettre une description la plus complète et la plus précise possible, afin de diminuer l'impact de l'état de conservation sur l'étude. Si certains critères ne sont pas observables, d'autres en contrepartie peuvent en effet être observés, ce qui garantit l'accès à une ou plusieurs réponses. Au contraire, certains critères proches (comme le caractère linéaire ou sinueux du contour de l'ouverture) ont été considérés conjointement, du fait de la difficulté à établir des limites pertinentes.

L'absence de données descriptives relatives à certains détails de la morphologie des lacunes crâniennes recensées aboutit, pour certaines étiologies, à un défaut de renseignement pour un nombre variable de descripteurs. Ces données manquantes sont dues aux limites logiques de notre revue bibliographique ainsi qu'à un manque de données « à la source ». Les publications médicales, en particulier, privilégient souvent la description des atteintes caractéristiques des tissus mous aux dépens des caractéristiques osseuses des lésions. Ce manque de données pourra être réduit en prenant en compte davantage de références bibliographiques et grâce au fonctionnement collaboratif de la plateforme Xper3.

### Subjectivité de l'observateur

Le choix des descripteurs ainsi que des états dans la base de données tient compte des possibles hésitations de

<b>Tableau 1</b> Exemple d'utilisation de l'outil interactif d'aide au diagnostic différentiel sur le cas de l'individu n° 58 de Rosheim Rosenmeer (France) / <i>Example of the use of the interactive online tool for a differential diagnosis of subject n° 58 from Rosheim Rosenmeer (France)</i>			
	<b>Descripteurs</b>	<b>États</b>	<b>Étiologies compatibles sélectionnées par l'outil</b> (NB sous l'appellation « Taxons »)
<b>1<sup>re</sup> phase de description</b>	<b>1. Perforation totale ou partielle</b>	Totale	<b>Étude de cas considéré « Unifocal » :</b> → <b>35 étiologies</b> sont conformes à l'issue de cette 1 <sup>re</sup> phase de description <b>Étude de cas considéré *Bifocaux :</b> → <b>20 étiologies</b> sont conformes à l'issue de cette 1 <sup>re</sup> phase de description
	<b>2. Nombre de défauts</b>	Unifocal * <i>Bifocaux</i>	
	<b>3. Localisation du/ des défauts : anatomie</b>	Os pariétal	
	<b>4. Forme générale du défaut</b>	Triangulaire ou quadrangulaire Forme irrégulière	
<b>2<sup>e</sup> phase de description</b>	<b>9. Description des contours de la perforation : aspect du bord</b>	Tracé régulier et bien défini	<b>Étude de cas considéré « Unifocal » :</b> → <b>8 étiologies</b> sont conformes à l'issue de ces 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> phases de description : • amincissement osseux associé à de la taphonomie • amincissement osseux perforant • <i>Cranium bifidum occultum</i> • fuite du liquide céphalorachidien • kyste leptoméningé • nécrose de pression suivant un hématome subpériosté • ostéite fibreuse • trépanation cicatrisée
	<b>10. Description des berges du défaut</b>	Biseau aux dépens de la table externe, le diploé n'est pas visible	
	<b>5. Localisation du défaut : axe</b>	Latéral * <i>Bilatéraux avec symétrie</i>	
<b>3<sup>e</sup> phase de description</b>	<b>6. Ampleur du défaut</b>	Grande	<b>Étude de cas considéré *Bilatéraux avec symétrie :</b> → <b>6 étiologies</b> sont conformes à l'issue de ces 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> phases de description : • amincissement osseux associé à de la taphonomie • amincissement osseux bipariétal perforant • <i>Cranium bifidum occultum</i> • fuite du liquide céphalorachidien • nécrose de pression suivant un hématome subpériosté • trépanation cicatrisée
	<b>12. Description des contours de la perforation : type d'arête</b>	Arête aiguë	
	<b>13. Description des contours de la perforation : tracé</b>	Contour linéaire ou légèrement sinueux	

l'utilisateur, qui peut arriver à des résultats similaires en passant par des descriptions différentes. Nous soulignons qu'il est en théorie possible d'entrer des données incohérentes (par exemple indiquer une atteinte unifocale localisée sur deux régions anatomiques distinctes), sans que l'outil ne signale une erreur. Mis à part dans les cas précis où certains critères sont inapplicables, l'utilisateur est seul responsable de la cohérence de sa sélection. Il est toutefois possible à n'importe quel moment de corriger ces incohérences a posteriori dans l'onglet « historique » de l'outil.

On peut souligner la difficulté liée à l'établissement de critères typologiques et à leur composante subjective, c'est pourquoi nous incitons l'utilisateur hésitant entre deux états soit à ne pas prendre en compte ce critère, soit à sélectionner les deux états. Un même défaut osseux peut d'ailleurs pré-

senter plusieurs états pour un seul descripteur (exemple du descripteur n° 4 de notre exemple : Tableau 1). Là encore, les réponses à choix multiples de la plateforme Xper3 permettent de ne pas exclure indûment des étiologies potentiellement compatibles.

Nous rappelons qu'il s'agit bien d'un outil de soutien au diagnostic : sa fonction n'est pas de poser un diagnostic définitif sur un défaut crânien, mais d'orienter les recherches vers les étiologies possibles. L'observateur doit poursuivre sa recherche en discutant les différentes possibilités mises en avant par l'outil, et en consultant notamment les références auxquelles il renvoie. Une démarche active et critique vis-à-vis des résultats doit être conservée en réalisant un compromis entre le nombre d'états sélectionnés et la pertinence des possibilités proposées.

## Dimension collaborative : évolution de l'outil et perspectives

L'évolution de l'outil interactif et de la base de données afférente est favorisée par la dimension collaborative de la plateforme Xper3. Tout utilisateur peut en effet s'inscrire et accéder au statut de collaborateur associé (sur demande aux auteurs correspondants). Ce statut permet d'avoir accès à davantage de fonctions sur l'interface privée de la plateforme : comparaisons entre deux étiologies, comparaisons entre des groupes d'étiologies, visualisation de la matrice complète de comparaison. D'une façon générale, les modifications apportées visent à enrichir la base de données, à augmenter ses références bibliographiques et à produire des illustrations aidant à la sélection des états. Plus spécifiquement, une évolution de l'outil visant à pondérer mathématiquement les critères jugés plus ou moins discriminants pourra être étudiée. La diversité des origines expliquant la présence de lacunes crâniennes ainsi que la confrontation de l'outil aux cas rencontrés par les utilisateurs doivent en effet l'amener à évoluer. L'outil interactif sous sa forme actuelle est pérenne, mais dépend nécessairement des évolutions de la plateforme Xper3. Il n'est par exemple pas utilisable hors ligne, mais est en revanche facilement consultable sur Smartphone. En cas de fermeture de la plateforme Xper3, les données conservées dans un fichier tableur classique pourront être intégrées de nouveau à une nouvelle version du programme Xper3, ou à un autre type de plateforme fonctionnant de manière similaire.

## Conclusion

La base de données que nous mettons à disposition du public est la première à rassembler un grand nombre d'étiologies responsables de lacunes crâniennes chez l'adulte, associée à une description de la morphologie des atteintes sur os sec

correspondantes. L'outil interactif d'aide à l'identification, réalisé grâce à la plateforme Xper3, est efficace pour mettre en évidence des étiologies théoriquement compatibles avec un large panel de cas de lacunes osseuses au niveau de la voûte crânienne, rencontrés en particulier en contexte archéologique. Il permet de réaliser plus rapidement, plus facilement et de manière plus approfondie le travail de recherche classiquement associé à la détermination de l'origine de lacunes crâniennes. Son bénéfice est double :

- il favorise la mise en place d'un diagnostic différentiel des perforations crâniennes complet et rigoureux, étape indispensable à l'analyse notamment des « trépanations » et qui reste pourtant très souvent éludée ;
- en réunissant un nombre élevé d'étiologies, il permet de prendre en compte, dès l'étape préliminaire des observations (par exemple dès la phase de terrain), des causes de lacunes crâniennes rarement considérées dans l'étude biologique élémentaire des vestiges osseux.

**Remerciements** Nous tenons à remercier Séverin Jouveau et Maïté Rivolat grâce à qui nous avons appris l'existence de la plateforme Xper3, Stéphane Rottier pour sa relecture, ainsi que Thierry Colin et Jérôme Saracco pour la collaboration avec le CPU Cluster d'excellence. Nous remercions également Grégory Gay pour son aide précieuse pour l'élaboration de la première version de l'outil d'aide au diagnostic, ainsi que les deux reviewers anonymes pour leurs corrections et remarques constructives. Ce travail s'appuie sur un mémoire de Master 2 réalisé dans le cadre de la formation « Anthropologie biologique, Préhistoire » de l'université de Bordeaux, avec le soutien financier et logistique de l'UMR 5199 PACEA et du programme LabEx Sciences archéologiques de Bordeaux financé par l'ANR – n° ANR-10-LABX-52.

**Liens d'intérêts :** les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.



## Annexe 1

### Critères descriptifs des lacunes crâniennes : liste et définitions des 13 descripteurs et 50 états tels qu'utilisés dans l'outil d'aide au diagnostic différentiel / *Descriptive criteria for cranial defects: List and definitions of the 13 descriptors and 50 states as used in the differential diagnosis tool*

En cas de perforation de la voûte, la **berge** est la surface entre l'**arête supérieure** (angle formé par la section au niveau de la table externe) et l'**arête inférieure** (angle formé par la section au niveau de la table interne). Quand l'angle entre l'arête supérieure et l'arête inférieure n'est pas vertical (et qu'il est donc présent aux dépens soit de la table externe, soit de la table interne), il s'agit d'une berge en **biseau**. Lorsque la berge est arrondie et que les arêtes ne sont pas identifiables, il s'agit d'un **bord**. Le **contour** est l'arête au niveau de la perforation.

#### 1 - PERFORATION TOTALE OU PARTIELLE

**Perforation totale** : l'ouverture traverse les deux tables et le diploé  
**Lyse de la table interne** : atteinte uniquement de la partie intracrânienne de la voûte  
**Lyse de la table externe** : atteinte uniquement de la partie exocrânienne de la voûte  
**Lyse du diploé** : perte d'épaisseur au niveau du diploé conduisant à un amincissement de la voûte sans perforation

#### 2 - NOMBRE DE DÉFAUTS

**Défaut unifocal**  
**Défauts bifocaux**  
**Défauts multifocaux** : nombre de défauts supérieur à deux

#### 3 - LOCALISATION DU / DES DÉFAUTS : ANATOMIE

**Os frontal**  
**Os pariétal**  
**Os occipital** (à l'exclusion de la base)  
**Suture sagittale**  
**Suture lambdoïde**  
**Face** (à l'exclusion de la partie supérieure du frontal)  
**Base**  
**Os temporal**

#### 4 - FORME GÉNÉRALE DU / DES DÉFAUTS

**Circulaire / arrondi**  
**Ovoïde**  
**Triangulaire ou quadrangulaire**  
**Forme irrégulière**  
**Coalescente**  
**Naviculaire**

#### 5 - LOCALISATION DU / DES DÉFAUTS : AXE

**Axe médian**  
**Bilatéraux sans symétrie**  
**Bilatéraux avec symétrie**  
**Latéral**

#### 6 - AMPLEUR DU DÉFAUT

**Faible**  
**Grande**  
 En cas de lacunes multifocales distinctes ou coalescentes, on considère l'ampleur de chaque défaut et pas l'atteinte globale. En cas de petite perforation circonscrite d'une large surface en biseau ou déprimée, c'est la taille de l'ensemble de l'atteinte qui est considérée et pas uniquement la perforation.

#### 7 - SIGNES ASSOCIÉS

**Présence de signes associés sur le bloc crano-facial**  
**Présence de signes associés sur le squelette infra-crânien**  
**Pas de signes associés sur le bloc crano-facial**  
**Pas de signes associés sur le squelette infra-crânien**

Ostéite, signes d'infection, anomalies squelettiques etc. : ces signes sont précisés dans la fiche descriptive de l'étiologie accessible par l'outil.

#### 8 - LIGNE DE FRACTURE NON TAPHONOMIQUE VISIBLE

**Oui**

**Non**

On observe ou non des signes de fracture du crâne apparemment non taphonomique en lien avec le défaut

Les descripteurs 9 à 13 sont proposés en cas de perforation totale

#### 9 - DESCRIPTION DES CONTOURS DE LA PERFORATION: ASPECT DU BORD

**Bord bien défini** : Bord de la perforation linéaire ou présentant de légères sinuosités, circonscrivant nettement tout le contour du trou

**Bord indéfini** : Le bord ne peut pas être identifié précisément, comme « rongé par les mites », ne permettant pas de circonscrire nettement les limites du trou

#### 10 - DESCRIPTION DES BERGES DU DÉFAUT

**Biseau aux dépens de la table externe, le diploé est visible**

**Biseau aux dépens de la table interne, le diploé n'est pas visible**

**Biseau aux dépens de la table interne, le diploé est visible**

**Berge verticale/ abrupte, le diploé est visible** : la section de l'ouverture présente un angle plus ou moins droit par rapport aux faces exo- et endocrâniennes

**Berge verticale arrondie – le diploé n'est pas visible** : la section de l'ouverture forme un angle plus ou moins droit par rapport aux faces exo- et endocrâniennes, cette berge présente un aspect mousse

**Aspect « en cible »** : les défauts au niveau des tables interne et externe sont de dimensions inégales

**Berge en palier** : La section forme, depuis la surface exocrânienne, un premier décrochement (un angle plus ou moins droit), puis un second, en se poursuivant par une lame osseuse au niveau de la table interne, sur le même plan que l'orifice)

#### 11 - PRÉSENCE D'UNE LAME OSSEUSE

L'observation d'une « lame osseuse » ne préjuge pas de son origine, qu'elle soit néoformée ou soit le résidu d'un processus d'ostéolyse

**Pas de lame osseuse périphérique, présence possible de spicule osseux** : petite pointe ou petite irrégularité

**Présence d'une lame osseuse périphérique de faibles dimensions** : lame d'os compact dans le prolongement de la table interne cantonnée au pourtour de l'ouverture. L'espace couvert par cette lame est inférieur au trou lui-même.

**Présence d'une lame osseuse recouvrant une partie de la perforation** : lame d'os compact de moyenne et grande ampleur, obliquant partiellement l'ouverture. L'espace couvert par la lame est plus grand que le trou lui-même.

#### 12 - DESCRIPTION DES CONTOURS DE LA PERFORATION : TYPE D'ARÊTE

**Arête mousse** : contours de la perforation d'allure « arrondie », présentant une « condensation osseuse »

**Arête aiguë** : contours de la perforation d'allure fine et acérée

#### 13 - DESCRIPTION DES CONTOURS DE LA PERFORATION : TRACÉ

**Contour linéaire ou légèrement sinueux**

**Contour très irrégulier, festonné**

## Références

1. Broca P (1867) Trépanation chez les Incas. *BMSAP* 2:403–8
2. Broca P (1872) Excursion anthropologique dans la Lozère : la caverne sépulcrale de l'Homme-Mort ; les constructions des castors dans le lac de Saint-Andéol, simulant des habitations humaines lacustres. *BMSAP* 2:522–6
3. Broca P (1876) Sur les trépanations préhistoriques. *BMSAP* 11:236–56
4. Broca P (1877) Sur la trépanation du crâne et les amulettes crâniennes à l'époque néolithique. Ernest Leroux Éditeur, Paris, 74 p
5. Lillie MC (1996) Mesolithic and Neolithic populations of Ukraine: indications of diet from dental pathology. *Curr Anthropol* 37:135–42
6. Crubézy É, Bruzek J, Guilaine J, et al (2001) The antiquity of cranial surgery in Europe and in the Mediterranean basin. *CR ACAD SCI II A* 332:417–23
7. Lisowski FP (1967) Prehistoric and early historic trepanation. In: Brothwell D, Sandison AT (eds) *Diseases in Antiquity. A survey of the diseases, injuries and surgery of early populations*. Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois, pp 651–72
8. Arnott R, Finger S, Smith CUM (2003) *Trepanation: history, discovery, theory*. Swets & Zeitlinger, Lisse, Exton (Pa), 404 p
9. Campillo D (1984) Neurosurgical pathology in Prehistory. *Acta Neurochir* 70:275–90
10. Nerlich A, Peschel O, Zink A, et al (2003) The pathology of trepanation: differential diagnosis, healing and dry bone appearance in modern cases. In: Arnott R, Finger S, Smith CUM (eds) *Trepanation: history, discovery, theory*. Swets & Zeitlinger, Lisse, Exton (Pa), pp 43–51
11. Partiot C, Dodré E, Lefèbvre A, et al (2016) To be, or not to be... a trepanation — La trépanation crânienne en contexte archéologique : revue critique, nouveaux éléments de diagnostic, approche du temps de survie postopératoire. Communication orale aux 1841<sup>es</sup> Journées de la Société d'anthropologie de Paris, Musée des Confluences, Lyon, 28 janvier 2016
12. Verano JW (2016) Differential diagnosis: trepanation. *Int J Paleopathol* 14:1–9
13. Kaufman MH, Whitaker D, Mctavish J (1997) Differential diagnosis of holes in the calvarium: application of modern clinical data to palaeopathology. *J Archaeol Sci* 24:193–218
14. Stewart TD (1971) Pseudo-trephination. *Am J Phys Anthropol* 35:296–7
15. Stewart TD (1975) Recent examples of Pseudo-trephinations. In: Chiaramonte JC (ed) *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas 1, Mexico (2–7 September 1974)*, pp 99–102
16. Wells C (1967) Pseudopathology. In: Brothwell D, Sandison AT (eds) *Diseases in Antiquity. A survey of the diseases, injuries and surgery of early populations*. Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois, pp 5–19
17. Lloret I, Server A, Taksdal I (2009) Calvarial lesions: a radiological approach to diagnosis. *Acta Radiol* 50:531–42
18. Thomas A (2011) Identités funéraires, variants biologiques et facteurs chronologiques : une nouvelle perception du contexte culturel et social du Cerny (Bassin Parisien, 4 700–4 300 avant J.-C.). Thèse de doctorat non publiée soutenue à l'université de Bordeaux-I, Pessac
19. Bauduer F, Bessou M, Guyomarc'h P, et al (2014) Multiple calvarial lytic lesions: a differential diagnosis from early medieval France (5th to 7th c. AD): multiple calvarial lytic lesions. *Int J Osteoarchaeol* 24:665–74