



HAL
open science

VIRT.OS : bibliothèque virtuelle pour la recherche, l'éducation et la préservation du patrimoine ostéo-archéologique

Olivier Dutour, Bruno Dutailly, Antony Colombo, Hélène Coqueugniot

► To cite this version:

Olivier Dutour, Bruno Dutailly, Antony Colombo, Hélène Coqueugniot. VIRT.OS : bibliothèque virtuelle pour la recherche, l'éducation et la préservation du patrimoine ostéo-archéologique. Les sciences archéologiques à l'ère du virtuel, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2023, 10.4000/books.cths.16843 . hal-04330147

HAL Id: hal-04330147

<https://hal.science/hal-04330147>

Submitted on 7 Dec 2023

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

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



Hélène Coqueugniot, Olivier Dutour, Jacques Jaubert et Patrick Paillet (dir.)

Les sciences archéologiques à l'ère du virtuel

Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

VIRT.OS : bibliothèque virtuelle pour la recherche, l'éducation et la préservation du patrimoine ostéo-archéologique

VIRT.OS: Digital Library for Research, Education and Preservation of Osteo-archaeological Heritage

Olivier Dutour, Bruno Dutailly, Antony Colombo et Hélène Coqueugniot

DOI : 10.4000/books.cths.16843

Éditeur : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

Lieu d'édition : Paris

Année d'édition : 2023

Date de mise en ligne : 17 mai 2023

Collection : Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques

EAN électronique : 9782735509270



<http://books.openedition.org>

Référence électronique

DUTOIR, Olivier ; et al. *VIRT.OS : bibliothèque virtuelle pour la recherche, l'éducation et la préservation du patrimoine ostéo-archéologique* In : *Les sciences archéologiques à l'ère du virtuel* [en ligne]. Paris : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2023 (généré le 08 septembre 2023). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/cths/16843>>. ISBN : 9782735509270. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.cths.16843>.

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2023.

VIRT.OS : bibliothèque virtuelle pour la recherche, l'éducation et la préservation du patrimoine ostéo- archéologique

VIRT.OS: Digital Library for Research, Education and Preservation of Osteo-archaeological Heritage

Olivier Dutour, Bruno Dutailly, Antony Colombo et Hélène Coqueugniot

Des cabinets d'histoire naturelle aux ostéothèques modernes

- 1 La question des collections ostéologiques s'est élargie au VIII^e siècle avec les cabinets d'histoire naturelle, intégrés dans les collections scientifiques des musées. Buffon, en sa qualité de surintendant du jardin du Roi, structure à cette époque la fonction scientifique et de valorisation de ces collections au sein de ce qui deviendra à la Révolution le Muséum national d'histoire naturelle. Pour l'anthropologie biologique, cette question prend tout son sens scientifique dans la seconde moitié du XIX^e siècle avec sa structuration en tant que discipline scientifique autonome, consacrée à l'histoire naturelle de l'Homme. En effet, son fondateur Paul Broca insistait dès 1873 sur la nécessité, tant pour l'enseignement que pour la recherche, de disposer à côté de chaque laboratoire d'anthropologie d'une salle de collection ostéologique¹. Ainsi le laboratoire d'anthropologie de Broca s'était-il enrichi jusqu'à disposer d'une collection de 6 200 crânes, 200 squelettes montés, humains ou de grands primates, 60 squelettes de fœtus et 100 crânes de sujets immatures².
- 2 Les trois missions principales de ces collections scientifiques que sont la recherche, l'enseignement et la valorisation sont cependant souvent limitées par des considérations de conservation. C'est ainsi que les collections ostéologiques annexées

au laboratoire Broca furent soumises à plusieurs déménagements successifs³, dont on connaît de façon générale le caractère délétère pour la conservation des collections. Certains auteurs ont de plus insisté sur les dommages causés par les étudiants aux collections ostéologiques humaines servant à l'enseignement⁴.

- 3 On peut distinguer schématiquement trois types de collections ostéologiques ou « ostéothèques » : les collections ostéologiques de référence, les collections ostéologiques patrimoniales et les collections ostéo-archéologiques. Les collections ostéologiques de référence illustrent la variabilité ostéologique de différentes espèces et viennent en support des recherches méthodologiques et comparatives ; dans le domaine de l'anthropologie, on peut par exemple citer pour la France les collections du musée d'Anatomie normale de Strasbourg⁵ ou bien celles du Muséum national d'histoire naturelle⁶, et à l'étranger celle du musée d'Anthropologie de l'université de Coimbra, au Portugal⁷. Les collections ostéologiques patrimoniales ont une valeur historique liée à leur mode de constitution, par exemple les collections du Conservatoire d'anatomie de Montpellier⁸, classées monument historique en 2004, ou les collections des restes humains ou animaux fossiles du Muséum national d'histoire naturelle⁹. Les collections ostéologiques de statut archéologique sont issues de fouilles archéologiques réalisées sur le territoire national et dépendent de la gestion des services régionaux de l'Archéologie à la direction régionale des Affaires culturelles.
- 4 Un certain nombre d'ostéothèques ont été développées en France au sein de laboratoires de recherches en archéozoologie ou en anthropologie ; elles ont des tutelles variables, souvent universitaires ou mixtes (université / CNRS / ministère de la Culture) et sont également variées dans leurs origines (collections de comparaison de constitution ancienne ou plus récente, séries ostéo-archéologiques, spécimens paléontologiques...). Elles se retrouvent dans différentes villes universitaires de France, liées à des laboratoires (Paris, Compiègne, Tours, Caen, Strasbourg, Bordeaux-Pessac, Toulouse, Aix-en-Provence, Marseille...).
- 5 Les collections ostéologiques réelles posent des questions spécifiques concernant leur statut et leur modalité d'acquisition. Parmi les problèmes principaux en lien avec la constitution de ces collections, le premier est l'espace de conservation (toujours réduit), le second celui de l'accessibilité (souvent compliquée par l'éloignement et la dispersion), le troisième celui de la préservation (plus les collections sont étudiées, plus elles se dégradent). Un problème supplémentaire est, pour certaines espèces animales protégées ou en voie de disparition, la rareté des pièces ostéologiques disponibles ou l'interdiction de les détenir. De plus, les collections ostéologiques humaines posent des questions spécifiques, concernant à la fois le domaine légal, patrimonial et éthique¹⁰.

Des musées virtuels aux collections ostéologiques virtuelles

- 6 La révolution numérique, apparue dans les années 1980, a ouvert de nouvelles approches en muséologie. Ainsi, le concept de « musées virtuels » s'est progressivement imposé comme un élargissement muséologique : le virtuel n'est pas irréel et permet de repenser la fonction muséographique¹¹. Ce nouveau concept autorise, au-delà du domaine de l'art, illustré par exemple par le projet français UMA¹² (Universal Museum of Art), son extension au champ scientifique.

- 7 La réflexion est actuellement engagée sur la virtualisation des collections scientifiques, dont les collections ostéologiques font partie. En effet, la numérisation de pièces ostéologiques et leur restitution sous forme de modèles 3D apportent des solutions à chacun des problèmes relatifs aux collections ostéologiques. L'élaboration de conservatoires numériques aboutit au concept d'ostéothèque virtuelle ou de virtiothèque ostéologique¹³.
- 8 Ces collections numérisées présentent plusieurs avantages :
 - l'accessibilité, à distance et à tout moment, à des spécimens dont les originaux appartiennent à des collections dispersées à travers le monde ;
 - l'extension des possibilités d'étude par la multiplication d'analyses morphologiques virtuelles (sections, ostéotomies virtuelles) ;
 - la préservation des spécimens originaux, qui ne sont plus manipulés ;
 - l'étude de spécimens appartenant à des espèces protégées dont l'acquisition et la détention sont soumises à des réglementations très strictes ;
 - la possibilité de restituer matériellement, par prototypage rapide, des copies bio-fidèles de spécimens ostéologiques.
- 9 Dans le domaine de la paléoanthropologie, des réseaux européens de conservation virtuelle et de partage de données numériques de modèles 3D de fossiles humains se sont constitués dans les années 2000. On peut citer le programme EVAN (European Virtual Anthropology Network), financé par l'Union européenne (2006-2009), et dont le but est le développement de l'anthropologie virtuelle et l'archivage numérique de modèles 3D de fossiles humains ; le projet TNT (The Neanderthal Tools), également sur financement européen (2004-2006), avec la création de la base de données NESPOS (Neanderthal Studies Professional Online Service) et le développement d'un programme de visualisation de modèles 3D, VISICORE Suite (Visual Simulation and Collaborative Rendering Engine). Il s'agit de programmes portant sur des fossiles néandertaliens et du Pléistocène, dont l'accès aux bases de données est réservé aux membres participants à ces réseaux néandertaliens.

Le projet VIRT.OS (virtiothèque ostéologique de Bordeaux) : <http://virtos.archeogrid.fr/>

- 10 Le projet VIRT.OS concerne différentes disciplines des sciences archéologiques comme l'anthropologie biologique, l'archéozoologie et la paléontologie, l'anatomie normale et pathologique et la paléopathologie. Ce projet d'archivage numérique et de consultation en ligne des collections ostéologiques a vu le jour grâce au soutien financier du conseil régional d'Aquitaine. Cette ostéothèque virtuelle, la première en France, a pour vocation de conserver des modèles numériques 3D de haute ou très haute précision de pièces ostéologiques d'importance scientifique et / ou patrimoniale pour qu'elles puissent être utilisées à des fins de recherche, de formation et de diffusion.
- 11 VIRT.OS se présente comme un musée virtuel composé de différentes « salles » thématiques représentant la variabilité ostéologique humaine et animale, normale et pathologique représentée par des collections de modèles 3D. Chaque modèle est associé à des mots-clés ou *hashtags* et peut intégrer plusieurs « salles » de ce musée ostéologique virtuel. Il est accompagné d'une fiche descriptive contenant toutes les

informations sur le spécimen original : provenance, contexte chronoculturel, lieu de dépôt / conservation, références bibliographiques (fig. 1).

Fig. 1. – Exemple d'une page du site VIRT.OS montrant un modèle 3D de crâne et l'ensemble des fonctionnalités du viewer.



© VIRT.OS.

- 12 Sa réalisation a utilisé un protocole reposant sur une chaîne de traitement d'imagerie numérique (CTIN). Cette dernière est née de la collaboration entre deux laboratoires du pôle bordelais : le laboratoire d'anthropologie et de préhistoire PACEA (UMR 5199) et le laboratoire bordelais de recherche en informatique LaBRI (UMR 5800), auxquels s'est associée l'unité Archéovision. Développé à partir d'un brevet VIRCOPAL^{®14} permettant la virtualisation de collections pour les paléosciences, le protocole se décline en quatre étapes : acquisition, traitement, conservation et valorisation des données ostéologiques numérisées.
- 13 En acquisition surfacique, la photogrammétrie par corrélation dense a été couplée à la lasergrammétrie pour les pièces dont l'aspect extérieur était primordial (fig. 2). Ces acquisitions surfaciques ont été réalisées par Archéovision production, cellule de transfert de l'UMR 6034 Archéosciences Bordeaux. La photogrammétrie a permis une acquisition très fine de la géométrie de la surface, ainsi que de son aspect (texture). Cette technique permet notamment d'aligner très précisément la texture sur la géométrie. La mise à l'échelle a été effectuée grâce à une acquisition au scanner laser. L'association de ces deux techniques assure une très haute qualité des modèles 3D, tant sur la connaissance scientifique qu'ils représentent que sur le rendu esthétique.

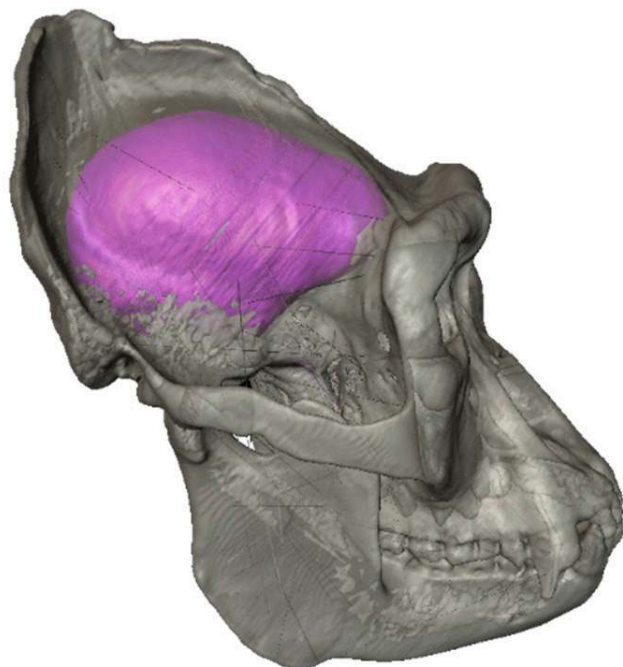
Fig. 2. – Maillage texturé (photogrammétrie) d'un os occipital pathologique de sujet immature (site altomédiéval de la Granède, Millau, Aveyron).



D'après Colombo *et al.* 2015.

- 14 Pour les pièces nécessitant une présentation des structures internes, les acquisitions se font soit par tomodensitométrie conventionnelle (fig. 3), soit pour des résolutions plus fines sur le microscanner (μ CT) pour les sciences archéologiques, appareillage cofinancé par la région Aquitaine et le laboratoire d'excellence des Sciences archéologiques de Bordeaux. Cet équipement a été mis en service à la fin de l'année 2014. En dehors des collections présentes dans l'ostéothèque régionale de Pessac, l'accord de plusieurs responsables de collections de référence européennes (Suisse, Italie, Hongrie, Russie) a été obtenu. Les numérisations à venir se feront par microtomodensitométrie ou tomodensitométrie conventionnelle en fonction des possibilités disponibles dans les structures partenaires.

Fig. 3. – Reconstruction 3D (tomodensitométrie) d'un crâne de gorille mâle en transparence et de son endocrâne en rose (Afrique centrale, fin XIX^e siècle, collection particulière).



D'après Coqueugniot et Dutour 2015.

- 15 Les calculs requis pour les traitements en reconstruction d'images et de 3D nécessitent l'utilisation d'équipements informatiques performants (station 3D). Pour les acquisitions surfaciques, les données ont été traitées sur des stations graphiques et des logiciels spécifiques comme Agisoft PhotoScan ou GeoMagic. Pour les acquisitions tomodensitométriques, les reconstructions 3D ont été réalisées grâce au logiciel TIVMI¹⁵ développé dans notre équipe par un membre du projet (B. Dutailly). Ce logiciel est particulièrement adapté à cette méthodologie, notamment en termes de répétabilité et de reproductibilité¹⁶.
- 16 La conservation des données numériques n'est pas garantie sur le long terme dans un laboratoire de recherche, en raison de leur volume, des risques de dégradation matérielle des supports de mémoire (disques durs, baie de stockage) et de leur possible obsolescence liée aux évolutions technologiques. L'archivage des données et leur pérennisation doit se faire idéalement dans des formats non propriétaires. C'est pourquoi les données numériques du projet VIRT.OS intègrent le Conservatoire national des données 3D par l'intermédiaire de de l'UMR Archéosciences Bordeaux et de sa plateforme Archéovision. Il s'agit d'un système de stockage des données 3D du patrimoine archéologique adossé à la très grande infrastructure de recherche (TGIR) Huma-Num (ancien très grand équipement – TGE – Adonis) du CNRS. À ce titre, un espace de stockage est proposé pour recevoir en dépôt les copies des fichiers 3D du projet VIRT.OS. Une interface d'indexation de ces fichiers permet de les pointer aisément via une interface web sécurisée.
- 17 Pour la visualisation des données, la consultation des modèles 3D se fait par le viewer 3DHOP (3D Heritage Online Presenter), un logiciel *open source* développé par l'Istituto di

Scienza e Technologie dell'Informazione (ISTI) de Pise, et dédié à la visualisation de modèles 3D d'objets du patrimoine¹⁷. Il permet notamment d'afficher d'emblée le modèle 3D, qui s'enrichit progressivement de tous ses détails grâce à une technique de *streaming*. Ceci garantit l'affichage de modèles 3D très précis dans un navigateur web, même si ceux-ci sont très lourds. La précision des représentations de ces objets étant une contrainte essentielle dans l'analyse des pièces ostéologiques, le choix de cet outil a été une évidence, et répond parfaitement à ce besoin. Dans VIRT.OS, ce *viewer* permet plusieurs actions sur les modèles 3D : on peut orienter la source lumineuse pour visualiser au mieux les aspects de surface, modifier le texturage, zoomer et dézoomer, prendre des mesures ou placer des points de repère et enregistrer leurs coordonnées pour des analyses par morphométrie géométrique, découper le modèle selon plusieurs plans pour accéder aux structures internes.

- 18 Enfin, l'ostéothèque virtuelle VIRT.OS est conçue comme un projet évolutif et participatif, destiné à s'enrichir régulièrement de modèles 3D de pièces ostéologiques confiées par la communauté scientifique internationale ; cette ostéothèque est surtout accessible sans restriction, dans l'esprit de la science ouverte¹⁸. Dans cette perspective, VIRT.OS ouvre les données de ce programme financé par appel à projet sur fonds publics (région Nouvelle-Aquitaine) pour démocratiser l'accès au savoir au niveau national, européen et international, afin de respecter au mieux les missions de recherche, d'enseignement et de valorisation du patrimoine représentant la triple vocation des collections muséales en général et plus particulièrement des collections scientifiques ostéologiques.

BIBLIOGRAPHIE

Broca P., 1873, « Laboratoire d'anthropologie », *Annales de l'École pratique des hautes études*, vol. 1, n° 1, 1873-1874, p. 50-55.

Caffell A. C., Roberts C. A., Janaway R. C., Wilson A. S., 2001, « Pressures on Osteological Collections: the Importance of Damage Limitation », dans Williams E. (dir.), *Human Remains Conservation, Retrieval and Analysis*, Oxford, Archaeopress (BAR, International series) p. 187-197.

Colombo A., Saint-Pierre C., Naji S., Panuel M., Coqueugniot H., Dutour O., 2015, « Langerhans Cell Histiocytosis or Tuberculosis on a Medieval Child (Oppidum de la Granède, Millau, France, 10th-11th centuries AD) », *Tuberculosis*, vol. 95, p. S42-S50.

Coqueugniot H. et Dutour O., 2015, « Apports de l'imagerie numérique 3D à l'étude de l'os ancien, normal et pathologique », dans Brugal J.-P., Balasse M., Reiche I., Geigl E. M., Oberlin C. (dir.), *Messages d'os : archéométrie du squelette animal et humain*, Paris, Archives contemporaines, p. 255-267.

Coqueugniot H., Desbarats P., Dutailly B., Dutour O., 2011, « Procédé de modélisation d'une pièce formée de tissu osseux », brevet n° 1151284 délivré en France en 2013, CNRS / université Bordeaux I / université Aix-Marseille II.

- Coqueugniot H., Dutailly B., Desbarats P., Buzhilova A. P., Dutour O., 2015, « Développement des virtuelles ostéologiques en anthropologie biologique et en paléopathologie : application aux traumatismes de guerre de la période napoléonienne (retraite de Russie, décembre 1812), première analyse virtuelle de paléo-balistique », dans *Virtual Retrospect 2013*, actes de colloque (Pessac, 2013), Pessac, Ausonius éditions (Archéovision, 6), p. 57-62.
- Deloche B., 2001, *Le musée virtuel : vers une éthique des nouvelles images*, Paris, Presses universitaires de France.
- Duday H., 2001, « Les restes humains, objet du patrimoine ? », dans Balsamo I. et Vigutto M. C. (dir.), *Tri, sélection, conservation, quel patrimoine pour l'avenir ?*, actes de la table ronde École nationale du patrimoine / Monum, Paris, Éditions du patrimoine, p. 205-209.
- Dutailly B., Coqueugniot H., Desbarats P., Gueorguieva S., Synave R., 2009, « 3D Surface Reconstruction Using HMM Algorithm », *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing* (7-10 novembre 2009, Le Caire), IEEE, p. 2505-2508.
- Ferembach D., 1980, « Le laboratoire d'Anthropologie de l'École pratique des hautes études », *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 13^e série, vol. 7, n° 4, p. 307-318.
- Guimaraes S., 2006, « L'étude et la conservation des restes humains en archéologie et en anthropologie : le point sur la législation française actuelle », dans Ardagna Y., Bizot B., Boëtsch G., Delestre X. (dir.), *Les collections ostéologiques humaines : gestion, valorisation et perspectives*, Aix-en-Provence, Association Provence archéologie (Bulletin archéologique de Provence, suppl. 4), p. 15-19.
- Guyomarc'h P., Santos F., Dutailly B., Desbarats P., Bou C., Coqueugniot H., 2012, « Three-Dimensional Computer-Assisted Craniometrics: a Comparison of the Uncertainty in Measurement Induced by Surface Reconstruction Performed by Two Computer Programs », *Forensic Science International*, vol. 219, p. 221-227.
- Le Minor J.-M., 2005, « Les collections ostéologiques et anthropologiques de la faculté de médecine de Strasbourg », dans Schnitzler B., Le Minor J.-M., Ludes B. et Boës E. (dir.), *Histoire(s) de squelettes : archéologie, médecine et anthropologie en Alsace*, Strasbourg, Musées de la ville de Strasbourg, p. 39-45.
- Potenziani M., Callieri M., Dellepiane M., Corsini M., Ponchio F., Scopigno R., 2015, « 3DHOP: 3D Heritage Online Presenter », *Computers and Graphics*, vol. 52, p. 129-141.
- Mennecier P., 2006, « Les collections d'anthropologie du musée de l'Homme (Muséum national d'histoire naturelle, Paris) », dans Ardagna Y., Bizot B., Boëtsch G., Delestre X. (dir.), *Les collections ostéologiques humaines : gestion, valorisation et perspectives*, Aix-en-Provence, Association Provence archéologie (Bulletin archéologique de Provence, suppl. 4), p. 109-111.
- Rocha M. A., 1995, « Les collections ostéologiques humaines identifiées du musée Anthropologique de l'université de Coimbra », *Antropologia Portuguesa*, col. 13, p. 7-38.
- Vallois H. V., 1940, « Le laboratoire Broca », *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 9^e série, tome I, p. 1-18.

NOTES

1. Broca 1873.
2. Vallois 1940.

3. Ferembach 1980.
 4. Caffell *et al.* 2001.
 5. Le Minor 2005.
 6. Mennecier 2006.
 7. Rocha 1995.
 8. <https://facmedecine.umontpellier.fr/patrimoine-historique/conservatoire-d-anatomie/>.
 9. <https://www.mnhn.fr/fr/collections/ensembles-collections/anthropologie-biologique>.
 10. Duda 2001 ; Guimaraes 2006.
 11. Deloche 2001.
 12. <https://the-uma.org/>.
 13. Coqueugniot *et al.* 2015.
 14. Coqueugniot *et al.* 2011.
 15. Dutailly *et al.* 2009.
 16. Guyomarc'h *et al.* 2012.
 17. Potenziani *et al.* 2015.
 18. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid132531/plan-national-pour-la-science-ouverte-discours-de-frederique-vidal.html>.
-

RÉSUMÉS

VIRT.OS est une ostéothèque virtuelle dont les spécimens numérisés proviennent de différentes collections ostéologiques d'origine anatomique ou archéologique. Son but est de faciliter l'accès à des spécimens squelettiques virtuels ayant un intérêt scientifique ou patrimonial spécifique, tout en assurant leur conservation. VIRT.OS concerne différentes disciplines des sciences archéologiques comme l'anthropologie biologique, l'archéozoologie et la paléontologie, l'anatomie et la paléopathologie. Le projet repose sur une approche interdisciplinaire permettant de gérer toutes les étapes, depuis l'acquisition (CT ou μ -CT, lasergrammétrie ou photogrammétrie) et le traitement des données jusqu'à la reconstruction 3D (avec le logiciel TIVMI) en passant par la préservation et la valorisation. La base de données, continuellement enrichie de spécimens ostéologiques humains et animaux, est stockée sur une plateforme dédiée développée dans le cadre du programme national HumaNum.

The VIRT.OS project is a digital bone library housing 3D models of bone specimens from different collections of anatomical or archaeological origins. Its purpose is to facilitate access to virtual skeletal specimens of specific scientific or heritage interest while ensuring their conservation. VIRT.OS concerns different disciplines of archaeological sciences such as biological anthropology, archaeozoology and palaeontology, anatomy and palaeopathology. The project is based on an interdisciplinary approach that manages all stages, from acquisition (CT or μ -CT, lasergrammetry or photogrammetry) and data processing to 3D reconstruction (with TIVMI software),

preservation and valorization. The database, continuously enriched with human and animal osteological specimens, is stored on a dedicated platform developed as a part of the national HumaNum program.

INDEX

Keywords : scientific collection, digital bone library, photogrammetry, tomodensitometry, CT scan, heritage preservation

Mots-clés : collection scientifique, virtiothèque, ostéothèque virtuelle, photogrammétrie, tomodensitométrie, scanner CT, conservation patrimoniale

AUTEURS

OLIVIER DUTOUR

Laboratoire De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (PACEA, UMR 5199, université de Bordeaux / CNRS) ; École pratique des hautes études (université Paris sciences et lettres)

BRUNO DUTAILLY

Laboratoire De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (PACEA, UMR 5199, université de Bordeaux / CNRS) ; laboratoire Archéosciences-Bordeaux, matériaux, temps, images et sociétés (UMR 6034, université Bordeaux Montaigne / université de Bordeaux / CNRS)

ANTONY COLOMBO

École pratique des hautes études (université Paris sciences et lettres) ; laboratoire De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (PACEA, UMR 5199, université de Bordeaux / CNRS)

HÉLÈNE COQUEUGNIOT

Laboratoire De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (PACEA, UMR 5199, université de Bordeaux / CNRS) ; École pratique des hautes études (université Paris sciences et lettres)