



**HAL**  
open science

## Étude du buste d'Akhénaton du musée du Louvre par restitution 3D polychrome

François Daniel, Dimitri Laboury, Maud Mulliez

► **To cite this version:**

François Daniel, Dimitri Laboury, Maud Mulliez. Étude du buste d'Akhénaton du musée du Louvre par restitution 3D polychrome. Virtual Retrospect 2017, Maud Mulliez; Caroline Delevoie, Nov 2017, Pessac, France. pp.163-172. hal-03153335v2

**HAL Id: hal-03153335**

**<https://hal.science/hal-03153335v2>**

Submitted on 2 Mar 2021

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Tiré-à-part des Actes du colloque

### Virtual Retrospect 2017

M.Mulliez, éd. (2019), Restituer les couleurs // Reconstruction of Polychromy, Actes du Colloque *Virtual Retrospect 2017*, Archeovision 8, Éditions Ausonius, Bordeaux



D. Laboury, M. Mulliez, F. Daniel  
*Étude du buste d'Akhénaton du musée du Louvre par restitution 3D polychrome*  
pp.163-172

# Étude du buste d'Akhénaton du musée du Louvre par restitution 3D polychrome

Dimitri Laboury, Directeur de recherches du F.R.S.-FNRS, Université de Liège

[D.Laboury@uliege.be](mailto:D.Laboury@uliege.be)

Maud Mulliez, ArScAn (UMR 7041) & Archeovision (UMS 3657),

[maud@maudmulliez.com](mailto:maud@maudmulliez.com)

François Daniel, Archeovision Production

[francois.daniel@archeovision-prod.fr](mailto:francois.daniel@archeovision-prod.fr)

**Résumé :** Acquis en 1905 par G. Bénédite sur le marché des antiquités d'Égypte et sans provenance connue, le buste en calcaire d'Akhénaton aujourd'hui conservé au musée du Louvre (sous le numéro d'inventaire E 11076) est un chef-d'œuvre de l'histoire de l'art égyptien, mondialement connu, même si sa forme et sa fonction spécifiques continuent à poser question. Cette sculpture exceptionnelle a été ré-étudiée dans le cadre d'un projet de recherche international intitulé RetroColor 3D, financé par la Région Nouvelle Aquitaine au laboratoire Archeovision – UMS 3657 SHS-3D du CNRS (à l'Université Bordeaux Montaigne) et dont l'objectif était d'établir une méthodologie qui permette un rendu le plus juste et le plus exact possible de la polychromie d'objets détériorés dans leurs modèles 3D. Tout en relatant cette analyse transdisciplinaire, fondée sur un dialogue permanent entre l'expertise en 3D et l'histoire de l'art du domaine culturel concerné, l'article explique comment une telle démarche a conduit à une meilleure compréhension de la fonction originale du buste dans le processus de création du portrait royal durant la période dite Amarnienne.

**Mots clés :** Akhénaton, Amarna, modélisation 3D, reconstitution 3D, restitution numérique, restitution polychrome, reconstruction, polychromie, archéologie expérimentale, histoire de l'art expérimentale

**Abstract:** Purchased in 1905 by G. Bénédite from the Antiquity market in Egypt, the unprovenanced limestone bust of Akhenaten now kept in the Louvre Museum (under the inventory number E 11076) is a world-famous masterpiece of ancient Egyptian art, though its particular shape and function still remained problematic. This exceptional piece of sculpture was investigated anew in the context of an international research project entitled RetroColor 3D, funded by the Région Nouvelle Aquitaine at Archeovision – UMS 3657 SHS-3D of the CNRS (at the University of Bordeaux Montaigne), with the aim of establishing a methodology for accurate and faithful rendering of the polychromy of deteriorated objects in 3D models. Reporting on this transdisciplinary analysis, based on a continuous dialogue between 3D expertise and art history of the relevant cultural context, the article explains how this led to a better understanding of the bust's original function in the creation of royal portraiture during the (so-called) Amarna period.

**Keywords:** Akhenaten, Amarna, 3D modeling, reconstitution, reconstruction, 3D rendering, digital reconstruction, colour reconstruction, polychromy, experimental archaeology, experimental art history.

“Cette œuvre, qu'on doit probablement attribuer au sculpteur Thoutmès, est un des portraits les plus émouvants du grand souverain utopiste de la fin de la XVIII<sup>e</sup> dynastie. (...) L'extrême sensibilité du modelé, la douceur du sourire et du regard, la délicatesse des traits font de ce buste un des grands chefs d'œuvre de la sculpture amarnienne”<sup>1</sup>.

LE BUSTE D'AKHÉNATON (E 11076) :

DE LA DÉCOUVERTE AU PROJET DE RESTITUTION 3D

Le buste d'Akhénaton conservé au Département des Antiquités égyptiennes du musée du Louvre (inv. E 11076) (fig. 1) provient du marché des antiquités du Caire, où il fut acquis par Georges Bénédite en 1905<sup>2</sup>. Bien qu'il soit – dès l'origine – anépigraphe, son identification n'a jamais fait l'objet du moindre doute tant son iconographie et, surtout, son style sont caractéristiques du règne du célèbre pharaon du milieu du XIV<sup>e</sup> s. a.C., Amenhotep IV, qui changea son nom en Akhénaton, durant ce qu'il est aujourd'hui convenu d'appeler l'époque amarnienne (du toponyme moderne d'Amarna, où le souverain décida d'implanter sa nouvelle résidence royale) ou l'épisode atoniste (du nom de sa divinité tutélaire et pratiquement exclusive, Aton)<sup>3</sup>. Au début du XX<sup>e</sup> s. p.C., l'art de cette phase exceptionnelle de l'histoire égyptienne était

1. Vandier 1951, n° 64.

2. Sur cette œuvre, cf. Barbotin 2007, 66-67, avec bibliographie antérieure et *editio princeps* dans Bénédite 1906.

3. Sur ce roi et son règne, cf. la synthèse récente de Laboury 2010 (208-223, pour l'analyse et la caractérisation du style de l'époque).



Fig. 1. Buste d'Akhénaton, musée du Louvre (inv. E 11076), a : dans son état actuel (cl. Wikimedia) ; b : tableau de Joseph Lindon Smith (I.S. Gardner Museum inv. P3s15, © I.S. Gardner Museum).

encore peu documenté et donc mal connu<sup>4</sup>, ce qui contribua à accroître l'impact et la notoriété de l'œuvre au moment de sa découverte. C'est ainsi, par exemple, que dès 1908, elle inspira un tableau du peintre américain féru d'égyptologie Joseph Lindon Smith (fig. 1b)<sup>5</sup>. Elle apparaît également un peu plus tard sur un dessin d'Alberto Giacometti, réalisé aux alentours de 1920. L'artiste la compare à d'autres effigies semblables du monarque atoniste, découvertes aux côtés du

4. Ainsi que le souligne Bénédite 1906, 14-15. À l'époque, en effet, la source principale pour les arts bidimensionnels de la période atoniste reste encore fondamentalement la publication des relevés de l'expédition prussienne de K.R. Lepsius (1849-1859), puisque l'édition, essentielle, des tombes de dignitaires dans la falaise qui entoure le site d'Amarna par N. de G. Davies vient à peine de commencer (Davies 1903-6). Quant aux sculptures en ronde-bosse, Bénédite fait lui-même référence à la statuette amarnienne assise de la collection du consul Henry Salt, également acquise par le musée du Louvre (AE 004253 - ancien N 831), première œuvre atoniste arrivée en Europe, en 1826. Enfin, les fragments de sculptures découverts par H. Carter et W.M.F. Petrie près du grand temple d'Aton à Amarna durant l'hiver 1891-1892 n'étant pratiquement pas illustrés (Petrie 1894, pl. 1, 13 & 15), il faudra encore attendre plusieurs années avant la véritable Amarna-mania et la révolution dans la perception de cet art que déclencheront, d'une part, la découverte en 1912 des œuvres de l'atelier du sculpteur Thoutmose à Amarna, auxquelles le buste de Paris est intimement lié (voir *infra*), et, d'autre part, la mise au jour des fameuses colosses du *Gem-pa-Aton*, sur le site de Karnak, durant les années 1920 (à leur sujet, cf. Manniche, 2010).

5. Peinture à l'huile sur toile (74 x 44 cm), exposée à l'Art Institute de Chicago en 1910 puis au Detroit Museum of Art en 1912, avant d'entrer, en 1915, dans la collection de l'Isabella Stewart Gardner Museum, à Boston (numéro d'inventaire actuel P3s15 ; URL : <https://www.gardnermuseum.org/experience/collection/10892>). Dans la perspective qui nous occupe ici, on notera qu'il s'agit de la plus ancienne reproduction du buste en couleurs, qui montre donc l'état de conservation de sa polychromie d'origine à l'époque de l'acquisition de l'œuvre et permet de mesurer que cet état ne s'est pratiquement pas altéré depuis lors.

célébrissime buste de Néfertiti – dit de Berlin – par Ludwig Borchardt et son équipe de la *Deutsche Orient-Gesellschaft* durant l'hiver 1912-1913 sur le site d'Amarna, dans le domaine du sculpteur royal Thoutmose, œuvres qui firent l'objet d'une retentissante exposition dans la capitale prussienne l'année qui suivit<sup>6</sup>. Depuis cette époque, les commentateurs du buste de Paris n'ont cessé de le mettre en relation avec ces extraordinaires trouvailles de L. Borchardt – à commencer par ce dernier lui-même, dès son premier compte-rendu publié – suggérant qu'il pourrait partager la même provenance<sup>7</sup>, d'autant que la fouille allemande a révélé un buste jumeau, "absolument identique à celui du Louvre (iconographie, dimensions, style)" selon Christophe Barbotin<sup>8</sup>, buste aujourd'hui conservé au Neues Museum de Berlin (ÄM 21360), dans un état hélas nettement plus fragmentaire (fig. 3-5, 7-8, 10).

Le buste E 11076 mesure 59,5 cm de haut<sup>9</sup>, pour 48 de large et 34 de profondeur ; il est sculpté dans un calcaire que G. Bénédite décrivait comme "assez fin de grain, quoique tendre et que le temps a revêtu d'une patine jaunâtre"<sup>10</sup>. Il n'a, à notre connaissance, jamais fait l'objet d'une analyse qui permettrait d'en déterminer la provenance au sein des gisements de cette roche sur le territoire historique d'Égypte<sup>11</sup>. L'inventeur de l'objet explique en outre : "Quand ce buste nous est parvenu, la tête était décollée des épaules : on pouvait voir au beau milieu de la section, dans chacune des parties, une énorme mortaise assez gauchement taillée, attestant qu'une tentative récente avait été faite pour rétablir l'intégralité du monument au moyen d'un tenon, et l'on peut attribuer à la maladresse de cette tentative les fissures dont est fendillée, principalement en arrière, la surface du diadème"<sup>12</sup>. Un troisième fragment, sous la forme d'un large

6. Dessin au crayon sur papier (29,9 x 38,4 cm), conservé à la Fondation Alberto et Annette Giacometti, à Paris (URL : <https://www.fondation-giacometti.fr/fr/article/220/giacometti-der-aegypter>). Sur les découvertes de L. Borchardt et l'exposition de 1913 qui les médiatisa, cf. Seyfried, éd. 2012 (et plus particulièrement p. 421 sq. pour l'exposition) ; et Wildung 2012, 39-44.

7. Par exemple, cf. Borchardt 1913, 41 sq., pl. 3-4 ; Boreux 1932, 448 ; Desroches-Noblecourt 1939, p. 134-135 ; Capart 1942, 35 ; de Wit 1950, 26 ; Aldred 1973, 64 ; Müller 1988, 141.

8. Barbotin 2007, 67, qui s'oppose pourtant à l'hypothèse selon laquelle les deux bustes auraient une origine archéologique commune.

9. D'un auteur à l'autre, cette dimension varie entre 58 (Müller 1988, 141) et 60 cm (de Wit 1950, 26). Les mesures présentées ici sont celles que fournit le catalogue officiel du musée du Louvre, Barbotin 2007, 66.

10. Bénédite 1906, 12.

11. Sur les différents types de calcaire accessibles en Égypte durant l'Antiquité, cf. l'excellente synthèse de De Putter & Karlshausen 1992, 61-69.

12. *Ibid.*, p. 13. Il convient de noter que le buste jumeau découvert dans l'atelier du sculpteur Thoutmose (Berlin ÄM 21360 ; Seyfried, éd. 2012, 334-335) fut assurément détruit de manière intentionnelle ; or il présentait une cassure tout à fait analogue au niveau du cou, comme le montre une photographie réalisée le lendemain de sa découverte (Wildung 2012, 16-7 ; voir également les clichés publiés par Thompson *et al.* 2018, 3 et 5). Même si la brisure se situe à



Fig. 2. De gauche à droite, photographie numérique du buste en vue de sa restitution photogrammétrique, restauration numérique sur le modèle 3D à partir de différents parallèles, dont, ici, à droite, le "tour de tête" en plâtre de Berlin (inv. ÄM 21351), cl. D. Laboury.



Fig. 3. Comparaison entre les colliers (ousekh) du buste du Neues Museum de Berlin (inv. ÄM 21360), cl. D. Laboury, et du buste du Louvre (inv. E11076), cl. R. Vergnèux.

éclat à hauteur du collier sur le muscle pectoral gauche, a également été recollé, tandis qu'une "importante lacune à la base du cou" fut "grossièrement bouchée"<sup>13</sup> lors de la restauration de l'œuvre. La surface de la pierre est abîmée<sup>14</sup>, en particulier au niveau du visage et de l'*uraeus*, le cobra dressé à l'avant de la coiffe de Pharaon, symbole de son autorité divine, qui, sur cette sculpture, devait être complété par une applique réalisée dans un ou plusieurs autre(s) matériau(x) et dont le trou de mortaise, de section carrée, reste parfaitement visible. Étant donné l'emplacement de ces détériorations, très localisées sur l'animal symbolique de la royauté et la zone liée au regard du monarque, mais aussi la

l'emplacement le plus fragile de la sculpture, il est probable qu'elle puisse avoir été infligée volontairement.

13. Barbotin 2007, 66.

14. Barbotin, *ibid.*, précise que "l'épiderme de la pierre est altéré sur le visage et la face avant de la couronne", tandis que Bénédite parlait quant à lui d'une "espèce de mutilation lépreuse qui (...) dépare douloureusement" le buste et "est malheureusement concentrée sur la partie la plus expressive du visage" (Bénédite 1906, 13).

dégradation du nez, jusqu'à la lèvre supérieure, et des lobes des oreilles (fig. 1), on ne peut exclure que ces dégâts infligés au buste ne soient, au moins en partie, intentionnels. En effet, la mémoire et les monuments d'Akhénaton furent sévèrement et assez systématiquement saccagés après sa mort.

L'élément le plus remarquable de cette œuvre est sans aucun doute sa forme même, soit celle d'un buste, puisque, ainsi que le relève C. Barbotin, "la surface de pose est originale, comme le soulignait déjà G. Bénédite". Et d'ajouter, tout en s'interrogeant sur la fonction de ce type sculptural, que, en fonction de la théorie pharaonique de l'image (qui conçoit celle-ci comme un corps d'incarnation de l'individu représenté)<sup>15</sup>, "le buste est une forme plastique rare en statuaire égyptienne qui n'est pas attestée entre l'Ancien Empire et l'époque amarnienne, du moins en grandeur nature"<sup>16</sup>.

15. Assmann 1991, 50-63 ; Eschweiler 1994.

16. Barbotin 2007, 67, faisant référence à Kaiser 1990, 280-282.

Enfin, comme le notait G. Bénédite il y a plus d'un siècle, "des restes de couleur sont encore visibles dans les rainures et renforcements, croûtes de bleu lapis adhérent à la coiffure, ocre rouge foncé dans les cavités et sur le dos des oreilles et même dans toute la région du cou au-dessous de la nuque. De plus, la pierre porte encore les vestiges vaguement estompés des ornements tracés au pinceau qui couvraient la coiffure et le collier"<sup>17</sup> (fig. 1-3).

L'état de conservation de l'œuvre, détériorée dans sa géométrie et sa polychromie d'origine, et l'existence de parallèles particulièrement proches – mais également dégradés – désignaient donc le buste d'Akhénaton du Louvre comme un cas d'étude exemplaire pour le programme de recherche Retro-Color 3D porté par le laboratoire Archeovision (UMS 3657 SHS-3D), projet financé par la Région Nouvelle Aquitaine, visant à proposer à travers l'analyse d'objets d'horizons culturels variés une méthodologie qui permette de rendre compte le plus justement possible des couleurs originales d'objets archéologiques (sculpture ou architecture) dans les modèles 3D<sup>18</sup>. En outre, sur un plan égyptologique, l'étude par restitution 3D polychrome autorisait l'espoir de fournir des éléments supplémentaires pour tenter d'élucider la forme même du buste et, surtout, sa fonction, ainsi que sa relation aux modèles analogues découverts dans l'atelier du sculpteur royal Thoutmose à Amarna.

#### ACQUISITION NUMÉRIQUE ET RESTITUTION 3D POLYCHROME DU BUSTE

L'acquisition 3D du buste fut réalisée avec la bienveillante assistance du Département des Antiquités égyptiennes du musée du Louvre à l'aide d'un enregistrement en photographies numériques effectué par Robert Vergnien et le laboratoire Archeovision. Un modèle 3D en photogrammétrie par corrélation dense a ainsi pu être généré par Pascal Mora (Archeovision Production).

Dans la méthodologie mise en œuvre (fig. 4), l'étape suivante consistait à compléter les zones lacunaires sur l'œuvre originale en recréant les volumes manquants sur le modèle 3D d'après les parallèles archéologiques disponibles. Si le buste jumeau de celui de Paris, aujourd'hui conservé à Berlin, comporte encore de nombreux vestiges de sa polychromie initiale, son visage a subi de violentes mutilations<sup>19</sup> (voir infra, fig. 10) qui le rendent pratiquement inutilisable pour la restitution des traits faciaux dégradés sur la pièce du Louvre. Néanmoins, d'autres représentations d'Akhénaton de la même époque (et de la même phase stylistique) et de dimensions identiques

(ou comparables) peuvent être convoquées<sup>20</sup>, et en particulier la tête en plâtre de Berlin AM 21351 (fig. 2) qui provient de la fouille du domaine du sculpteur Thoutmose et appartient, comme nous allons le voir, à la "chaîne technologique" qui a permis de créer le buste de Berlin (ainsi, d'ailleurs, que celui de Paris). Une douzaine de photographies de cet objet ont permis la réalisation d'un modèle 3D, qui a grandement facilité la comparaison avec celui du buste de Paris et la correction de certains détails de la modélisation des éléments manquants. Afin de garantir la validité scientifique des modifications apportées, cette opération de restauration numérique du volume a été menée dans le cadre d'un dialogue permanent entre expertise infographique, d'une part, et histoire de l'art de la période atoniste, d'autre part.

Une fois la volumétrie déficiente de l'objet reconstituée, il convenait d'aborder la question de la restitution de la polychromie originelle du buste. Une première analyse des couleurs préservées avait été réalisée par Aurélie Lureau dans le cadre d'un stage de Master Pro Archéologie (Paris 1 Panthéon Sorbonne) en 2014. Certaines de ces couleurs ne posaient pas de difficulté majeure – l'ocre foncée pour les carnations ou le bleu égyptien sur la couronne du roi –, car elles sont suffisamment bien conservées dans diverses anfractuosités de la sculpture et correspondent à des usages largement attestés de l'art pharaonique. Il n'en allait pas de même pour l'ensemble des éléments peints, en particulier pour le détail des traits du visage (sourcils, yeux et bouche) et, surtout, du large collier qui ornait le haut du torse, dont seules quelques traces, infimes, subsistent encore sur le buste du musée du Louvre. Ce sont donc les parallèles archéologiquement attestés qui ont permis de résoudre ces apparentes inconnues.

Pour ce qui concerne les modalités de finalisation chromatique de la physiologie du souverain, les divers objets retrouvés dans l'atelier du sculpteur Thoutmose, notamment le buste polychrome de Néfertiti (Berlin AM 21300), se sont révélés extrêmement précieux. Ils autorisent, par convergence, une restitution fiable du traitement du regard (forme et coloration de la sclérotique, de l'iris et de la pupille, mais aussi du fard autour de l'œil et des sourcils) et de la bouche. La reconstitution du collier apparaissait de prime abord plus complexe, car si le contour inférieur du motif est encore plastiquement marqué, le reste de sa forme et de sa structure n'était rendu que par de la peinture, dont les vestiges sont aujourd'hui très limités et difficilement perceptibles. La comparaison de ces traces avec celles mieux conservées sur le buste d'Akhénaton de Berlin révèle une structuration identique, soit un large collier (appelé *ousekh* en ancien égyptien) organisé autour de quatre rangées successives de motifs peints en bleu (fig. 3), une couleur qui a laissé plus de résidus que les autres sur la

17. Bénédite 1906, 14.

18. <http://archeovision.cnrs.fr/retrocolor3d/index.html>

19. Une vision 3D en éclaté des différents fragments qui composent actuellement le buste AM 21360 est disponible à l'adresse URL <https://www.archaeologie-online.de/nachrichten/echnaton-aus-dem-3d-labor-2173/>

20. Par exemple la statuette JE 43580 ou la tête JE 67921A du musée d'art égyptien du Caire, toutes deux originaires d'Amarna ; sur la seconde, voir Engelbach 1938, et Kemp 2018.

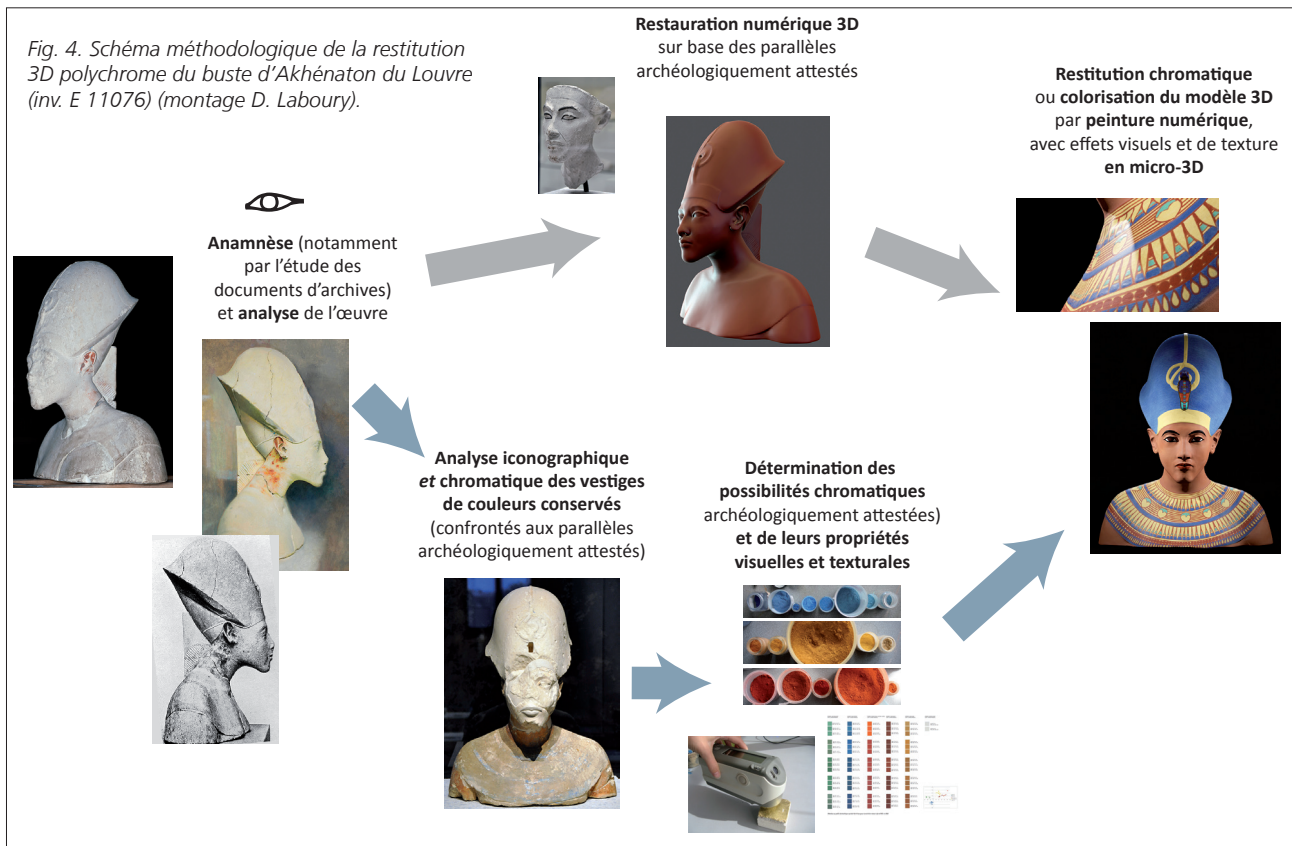
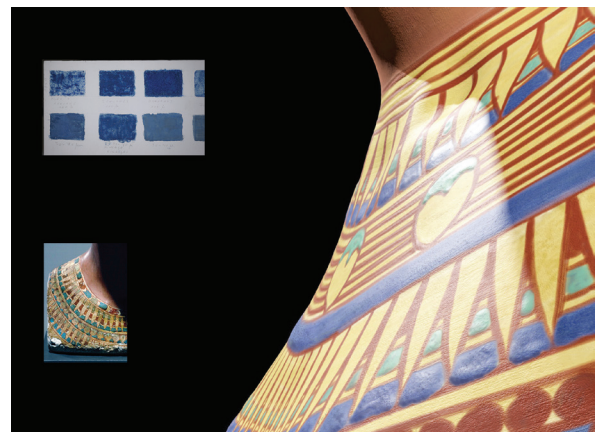


Fig. 5. Motifs du collier : reconstitution (au centre, infographie M. Mulliez) à partir du torse de statue en quartzite rouge d'Akhénaton du Petrie Museum (UCL 001), (cl. D. Laboury) et du buste d'Akhénaton du Neues Museum de Berlin (inv. ÄM 21351), (cl. D. Laboury).

Fig. 6. Vue en lumière rasante de la peinture numérique du collier en reproduisant les effets de matière des différents pigments, à partir des expérimentations matérielles (Hugues Tavier) et des modèles analogues tels que le buste de Néfertiti (inv. ÄM 21300) : épaisseur et granularité pour le bleu et le vert, aspect lisse et plus fluide pour les ocres, jaune et rouge (infographie Archeovision, M. Mulliez).



surface érodée des deux sculptures. L'examen des vestiges du collier sur le buste berlinois – en particulier sur des photographies d'archive, qui montrent l'œuvre peu après sa mise au jour – et la comparaison avec d'autres œuvres de la dernière partie de l'époque amarnienne<sup>21</sup> ont permis de montrer que le souverain atoniste porte un bijou dont la structure décorative est relativement constante et correspond à la séquence suivante : une série de trois lignes parallèles séparées par un trait à la base du cou ; une rangée de pétales de fleurs (stylisés) ; un bandeau strié, décoré de motifs de fruits de mandragore ; une nouvelle rangée de pétales ; puis un alignement de petits cercles complété par des perles en formes de gouttes (fig. 5). Il était alors possible de retranscrire cette succession de motifs sur le modèle 3D du buste, puis de les coloriser en fonction des parallèles polychromes archéologiquement conservés, au premier rang desquels figure à nouveau le buste de Néfertiti, remarquablement préservé et détaillé.

Mais l'identification d'une couleur ne peut suffire à sa transposition adéquate dans le modèle 3D. Se posent en effet les questions – essentielles du point de vue de la visualisation de l'objet restitué – du ton juste et de la texture de chaque couleur, largement déterminés par le matériau pictural employé et sa mise en œuvre. La méthodologie qui a été développée au sein du programme Retro-Color 3D afin de proposer une restitution la plus fidèle possible des couleurs d'origine de l'objet étudié repose sur la conjonction d'une analyse colorimétrique et d'une approche d'histoire de l'art expérimentale. Il s'agit, dans un premier temps, d'identifier les matériaux colorants utilisés (par analyse physico-chimique sur l'objet si cela est nécessaire et possible, ou par analogie) dans toute la diversité de leurs attestations, afin de collecter le spectre complet de leur variation. Souvent lacunaires ou altérées, ces attestations matérielles originales ne peuvent être utilisées telles quelles : elles font alors l'objet de créations matérielles, sous la forme d'échantillons, à partir des matériaux identifiés (pigments et colorants sélectionnés parmi un spectre le plus large possible, liants...), sur un support analogue au contexte analysé et selon les techniques en usage, afin de recréer la gamme colorée matérielle potentiellement représentative de ce contexte. Des mesures colorimétriques sont ensuite réalisées afin d'établir les coordonnées chromatiques de chaque échantillon, à l'aide

21. L'exemple le plus clair en sculpture est fourni par le torse UCL 001 du Petrie Museum, au University College London (fig. 5a). Les statues qui datent de l'installation de la cour à Amarna (entre l'an 5 et l'an 8, au moins) portent assez systématiquement le double cartouche du dieu Aton en divers endroits de la poitrine dénudée du souverain (cf. Hill 2018 ; Murnane & Van Siclen 1993) ; en revanche, les œuvres réalisées à la fin du règne le représentent avec le large collier décrit ici (par ex. Louvre E 15593, Brooklyn Museum 29.34 ou Berlin ÄM 21836). De manière très intéressante, le buste UCL 001 combine les deux formules, les cartouches divins ne pouvant matériellement pas être postérieurs à la gravure du large collier, puisqu'ils n'en entament pas les motifs constitutifs.

d'un spectrocolorimètre<sup>22</sup> : acquises en L\*a\*b\* avec cet appareil, ces mesures sont alors converties en RVB, afin de permettre leur exploitation dans les logiciels d'infographie (fig. 4). Dans le cas du buste d'Akhénaton, la palette des peintres pharaoniques est en réalité assez peu étendue et bien connue<sup>23</sup>, et son étude se situe au cœur des recherches expérimentales menées par Hugues Tavier sur les pratiques picturales dans la nécropole thébaine de la 18<sup>e</sup> dynastie<sup>24</sup>, un site classé au Patrimoine Mondial de l'UNESCO et le plus vaste musée en plein-air de peinture antique au monde. Les reconstitutions qu'Hugues Tavier a réalisées dans ce cadre ont permis la caractérisation colorimétrique des différents pigments de la peinture égyptienne, ainsi que l'examen de leurs propriétés particulières en termes de texture. Ainsi, par exemple, le bleu égyptien ne doit pas être broyé trop finement pour préserver son intensité, ce qui impose de l'appliquer en couches assez épaisses, présentant une surface granuleuse. À l'inverse, les ocres peuvent être utilisés en couches fines, soit de façon très couvrante, soit, au contraire, en glacis (ou semi-glacis)<sup>25</sup>. La transcription de ces caractéristiques matérielles, c'est-à-dire de la tridimensionnalité inhérente à la couche picturale en tant que matière, dans la colorisation du modèle 3D conditionne bien entendu le juste rendu des couleurs d'origine – et, ce faisant, de l'apparence chromatique générale – de l'objet antique.

Cette opération de restitution des couleurs et, autant que possible, de leur matérialité a été réalisée grâce à un écran interactif à stylet de 27 pouces (Cintiq 27 QHD Touch, Wacom) et au logiciel Mudbox d'Autodesk, permettant d'appliquer directement la peinture numérique sur le modèle 3D<sup>26</sup>. À l'aide d'outils tels que des pinceaux ou tampons numériques, la pression plus ou moins forte exercée avec le

22. C'est grâce à une collaboration avec le laboratoire IRAMAT-CRP2A que cette partie du travail a pu être réalisée : le spectrocolorimètre utilisé est un Minolta-2600d. Pour plus de précisions sur la méthodologie, voir Mulliez *et al.* 2018, en particulier 383-385.

23. Lee & Quirke 2000.

24. Cf. sa contribution dans le présent volume. Ses recherches s'inscrivent dans la perspective de la préparation d'une thèse de doctorat portant sur la "Technologie de la peinture dans la nécropole thébaine sous la 18<sup>e</sup> dynastie pharaonique. Approche matérielle des pratiques artistiques au sein des ateliers de peinture", dans le cadre du programme "Peintres et peinture dans la nécropole thébaine sous la 18<sup>e</sup> dynastie", initié à la faveur d'un Mandat d'Impulsion Scientifique du F.R.S.-FNRS à l'Université de Liège (dir. D. Laboury).

25. Dans la présentation de leur analyse des techniques de fabrication du buste de Néfertiti, Stefan Simon (Rathgen-Forschungslabor der Staatliche Museen zu Berlin) et Catharina Blänsdorf (Université de Munich) à l'Amarna Workshop tenu du 02 au 05/07/2012 au Neues Museum de Berlin, ont mis en évidence que cinq couches successives de glacis d'ocre de tonalités variables ont été utilisées pour rendre le teint prêté à la reine sur cette œuvre.

26. Cette peinture numérique directe peut en outre être associée à l'édition en 2D de la couche picturale grâce à une carte de coordonnées de textures ; ces "UV dépliées" (qui correspondent à l'ensemble de la surface du modèle 3D aplatie) peuvent ainsi être retravaillées à l'aide de logiciels de retouche d'images comme Photoshop, avant d'être réinsérées dans Mudbox.



stylet de la tablette permet de moduler la largeur du trait ou son opacité, tandis que le microrelief pictural nécessite un traitement supplémentaire. Les irrégularités de la couche picturale et les effets de texture, comme la granularité variable des pigments ou les coups de pinceau, nécessitent en effet l'utilisation de calques qui permettent des jeux de transparence ou de superpositions ; pour les microreliefs, il s'agit d'un calque en noir et blanc qui crée les ombres et les lumières reproduisant les effets d'épaisseur de la matière. Il convient cependant de souligner que ce travail de rendu de l'apparence véritable des différents pigments utilisés n'a pu être qu'abordé dans le cas de l'étude du buste d'Akhénaton du Louvre. En effet, l'intégration de données aussi précises que celles qui permettent de visualiser les micro-détails de la couche picturale nécessitent un modèle 3D d'une très grande densité, ce qui le rend très lourd et difficilement maniable, et peut provoquer des dysfonctionnements plus ou moins importants. La transcription du relief de la couche picturale du buste a donc dû être limitée à l'évocation de lignes directrices du mouvement du pinceau ou aux volumes des aplats les plus visibles en épaisseur (en particulier pour les zones initialement peintes en bleu égyptien, en s'inspirant notamment des effets réels de ce pigment sur le buste de Néfertiti et des échantillons expérimentaux (fig. 6). L'évolution technologique à venir devrait permettre d'améliorer le résultat obtenu. Enfin, le rendu des matériaux constitutifs de l'*uraeus* en applique rapportée sur l'avant de la coiffure du roi, sans doute réalisé en métal doré et en pierres ou pâtes de verre brillantes, a fait l'objet d'un traitement infographique spécifique qui diffère du procédé de peinture numérique (fig. 10-11).

#### INTERPRÉTATION DU BUSTE

Les parallèles les plus proches du buste d'Akhénaton du musée du Louvre, tant en termes de datation et de forme (iconographie et style), que de caractéristiques matérielles (dimensions et technologie de fabrication), sans cesse convoqués pour la restitution numérique 3D polychrome, sont de toute évidence les bustes d'Akhénaton et de Néfertiti actuellement conservés au Neues Museum de Berlin, qui proviennent tous deux, nous l'avons vu, de la fouille du domaine du sculpteur royal Thoutmose sur le site d'Amarna<sup>27</sup>. Ils furent découverts non loin l'un de l'autre, dans l'annexe de la salle de réception de la maison du "loué du dieu parfait (= le roi), le chef des travaux et sculpteur Thoutmose", aux côtés de quelques échantillons de matériaux de sculpture, de maquettes ou de fragments de statuettes inachevées, et, surtout, d'une série d'esquisses en plâtre qui permettent de reconstituer très précisément la chaîne opératoire qui a abouti

à leur création<sup>28</sup>. Puisque l'atelier de travail du plâtre dans le domaine de Thoutmose n'était accessible que depuis sa maison privée, séparée des zones où œuvraient les employés de son entreprise de sculpture, on peut être assuré que l'auteur de ces pièces en plâtre n'est autre que le sculpteur royal qui habitait et dirigeait cet établissement, c'est-à-dire Thoutmose lui-même. Ces études en plâtre présentent des traces matérielles de moulage et de modelage, qui permettent de conclure qu'elles procèdent d'œuvres réalisées en matériau meuble – très vraisemblablement de l'argile – puis moulées, afin d'être reproduites et figées en une épreuve en plâtre. Un tel procédé de pérennisation de l'esquisse en matériau malléable – mais aussi fragile, surtout dans le climat chaud et sec de l'Égypte – et le fait que la plupart de ces objets comportent encore des indications peintes ou incisées en vue de remaniement ou d'achèvement montrent que les étapes qu'ils représentent étaient sans doute induites par la nécessité d'un contrôle, très certainement exercé par le commanditaire de l'œuvre sculptée à venir, en l'occurrence le souverain. La forme particulière et la multiplication de ces épreuves en plâtre révèlent que la production du portrait royal passait par un processus de conception en quatre phases successives (fig. 7), avec trois paliers de contrôle avant la réalisation du modèle final : un buste sculpté en pierre, complété, voire corrigé, par des ajouts de plâtre et parachevé à l'aide de délicates peintures, d'incrustations précieuses ou même de dorures. Ces bustes de grande valeur pouvaient ensuite être dupliqués et envoyés dans les différents ateliers de sculpture du royaume afin d'assurer l'uniformité de reproduction des traits officiels du roi et de la reine sur leurs diverses effigies<sup>29</sup>.

Comment situer le buste du musée du Louvre au sein de ce processus de production du portrait pharaonique ? Son étude par restitution 3D polychrome apporte-t-elle de nouveaux éléments de réponse à cette question et à celle de sa fonction en tant que buste ? L'examen d'éléments relevant de la micro-3D dans l'analyse de la texture de la décoration de l'objet antique permet de mettre en évidence certains détails qui distinguent les deux bustes d'Akhénaton respectivement conservés en France et en Allemagne, malgré leur similitude qui a toujours frappé leurs divers commentateurs. La diffusion sur internet d'images issues d'un modèle 3D de l'exemplaire berlinois<sup>30</sup> révèle en effet

28. Pour une argumentation plus détaillée sur ce qui suit, cf. Laboury 2005, en attendant une nouvelle étude que cet auteur prépare de l'ensemble concerné, à paraître prochainement.

29. Sur la remarquable cohérence physiognomique des visages sculptés des pharaons de l'Égypte antique pour une période donnée à travers toute l'histoire de l'art égyptien, ce que l'on a parfois baptisé le "style monolithique", et, en même temps, la légère fluctuation qui en affecte habituellement le rendu et relève des facteurs humains et techniques qui intervenaient inévitablement dans la reproduction manuelle de tels modèles, cf. Laboury 2009.

30. Notamment accessible à l'URL <https://www.archaeologie-online.de/nachrichten/echnaton-aus-dem-3d-labor-2173/>

27. Sur ce domaine, cf. Krauss 1983 ; Laboury 2005 ; et Seyfried, éd. 2012, 170-186, qui rassemblent la bibliographie antérieure.












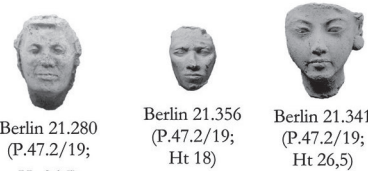
	Akhénaton	Néfertiti	Néfernéféroaton	Tiy	Particuliers
Buste sculpté	 <p>Berlin 21.360 (P.47.2/19; Ht 57) Louvre E 11076 (?; Ht 58)</p>	 <p>Berlin 21.300 (P.47.2/19; Ht 50) Berlin 21.352 (P.47.2/19; Ht 29) NB:</p>	 <p>Berlin 20.496 (P.49.6; Ht 20)</p>		
Tour de tête	 <p>Berlin 21.351 (P.47.2/19; Ht 26)</p>	 <p>Berlin 21.349 (P.47.2/19; Ht 25,6) Berlin 21.353 (P.47.2/19; Ht 11,2)</p>			Kiya ?
Visage	 <p>Berlin 21.348 (P.47.2/19; Ht 30) CG 753 (Amarna, Petrie; Ht 26)</p>	 <p>JE 59288 (Amarna, Pendelbury; Ht 25)</p>	 <p>Berlin 21.340 (P.47.2/19; Ht 20,4) Berlin 21.354 (P.47.2/19; Ht 20)</p>	 <p>Berlin 21.355 (P.47.2/19; Ht 21)</p>	 <p>Berlin 21.262 (P.47.2/19; Ht 26,7) Berlin 21.228 (P.47.2/19; Ht 24) Berlin 21.239 (P.47.2/19; Ht 24)</p>
Masque	 <p>Berlin 21.343 (P.47.2/19; Ht 14) JE 59289 (Amarna, Pendelbury; Ht 17)</p>				 <p>Berlin 21.280 (P.47.2/19; Ht 26,5) Berlin 21.356 (P.47.2/19; Ht 18) Berlin 21.341 (P.47.2/19; Ht 26,5)</p>

Fig. 7. Classement typologique et physiognomique des modèles en plâtre de l'atelier du sculpteur Thoutmose à Amarna permettant de visualiser les étapes successives de conception des portraits royaux et privés (montage D. Laboury).

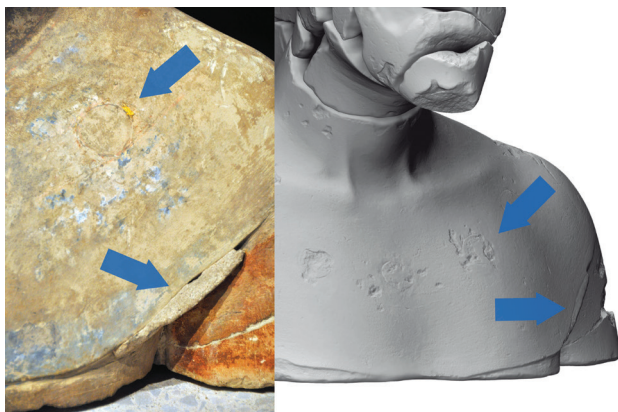


Fig. 8. Détail du buste de Berlin et de sa numérisation montrant des traces de dorure et l'ajout d'un élément de plâtre "correctif" sur le bord inférieur du collier au niveau de l'aisselle gauche (d'après [www.archaeologie-online.de/nachrichten/echnaton-aus-dem-3d-labor-2173/](http://www.archaeologie-online.de/nachrichten/echnaton-aus-dem-3d-labor-2173/)).

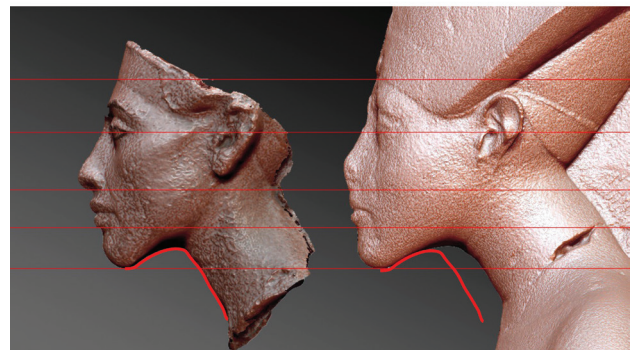


Fig. 9. Comparaison des modèles numériques non-corrigés et sans texture du "tour de tête" en plâtre de Berlin (inv. ÄM 2135) et du buste du Louvre (inv. E 11076), a : vue de face et b : vue de profil (infographie Archeovision, montage D. Laboury).

la présence de plusieurs compléments réalisés en plâtre, que l'observation directe de l'objet confirme parfaitement<sup>31</sup> (fig. 8). De tels ajouts sont totalement absents sur son homologue parisien, suggérant que le buste retrouvé par L. Borchardt dans l'atelier de Thoutmose fut sculpté alors qu'il était encore en phase exploratoire, lorsque l'artiste cherchait toujours à déterminer la forme précise et définitive de son œuvre. La même attention portée à la micro-3D met également en lumière les dorures légèrement incrustées qui rehaussaient les fruits de mandragore sur le collier du buste de Berlin (fig. 8), alors que ces mêmes motifs étaient simplement peints sur la pièce du musée du Louvre. Les modèles 3D permettent en outre une comparaison géométrique beaucoup plus précise. Confronté au tour de tête en plâtre Berlin ÄM 21351, assurément issu des mains de Thoutmose, le concepteur du portrait royal, le buste de Paris présente tous les traits qui caractérisent la physionomie officielle prêtée à Akhénaton, à leur juste place, mais en une version qui semble simplifiée, avec notamment une accentuation de l'aspect triangulaire du visage vu de face et une bouche aux lèvres moins nettement dessinée (fig. 9a). De profil, la courbe que forme la rencontre du cou et de la mandibule si caractéristique du portrait du souverain atoniste apparaît étonnamment accentuée, comme exagérée (fig. 9b). Enfin, la comparaison du modèle 3D des deux bustes montre que le collier du roi, complet sur l'œuvre aujourd'hui conservée à Berlin, est légèrement atrophié dans sa partie inférieure sur la sculpture du musée du Louvre et que celle-ci présente un départ des bras dont l'aisselle est à peine esquissée (fig. 10). Ces différences de forme, de qualité et de finition, parfaitement mises en évidence par l'étude en restitution 3D polychrome, invitent à conclure que le buste exhumé dans la maison du sculpteur Thoutmose à Amarna est le modèle original, dont les détails définitifs furent finalisés en cours de réalisation par l'artiste, tandis que celui acquis par le Louvre il y a un peu plus d'un siècle en est une copie, destinée à permettre la diffusion de l'effigie royale officielle dans les divers ateliers de sculpture de l'Égypte d'Akhénaton.



Fig. 10. Comparaison entre le modèle 3D non-corrige du buste de Berlin (inv. ÄM 21351, d'après [www.archaeologie-online.de/nachrichten/technaton-aus-dem-3d-labor-2173/](http://www.archaeologie-online.de/nachrichten/technaton-aus-dem-3d-labor-2173/)) et la restitution 3D polychrome du buste du Louvre (infographie Archeovision, M. Mulliez).



Fig. 11. Buste d'Akhénaton du Louvre (inv. E 11076) dans son état actuel et proposition de restitution 3D polychrome (numérisation et restitution Archeovision).

## CONCLUSION

À la faveur du programme de recherche Retro-Color 3D, il a été possible d'établir une méthodologie de restitution 3D polychrome scientifiquement validable d'un objet ancien dégradé dans sa géométrie et/ou sa polychromie. Même si les solutions technologiques actuelles en matière de peinture numérique sur modèle 3D n'en sont encore manifestement qu'à leur début et qu'elles connaîtront sans nul doute rapidement une évolution significative, l'étude par restitution 3D polychrome d'un tel objet permet de visualiser celui-ci au plus près de la vision qu'en avait son (ou ses) concepteur(s) (fig. 11), mais également de mettre en évidence des informations complémentaires qui en améliorent l'analyse et la compréhension, ainsi que le cas du buste d'Akhénaton E 11076 du musée du Louvre l'illustre parfaitement.

31. Pour une autre illustration du fait que la micro-3D permet une meilleure focalisation sur la structure et la texture de l'objet analysé en éliminant la perturbation visuelle de la décoration polychrome, cf. Andreu-Lanoë & Pelegrin 2018.

## Bibliographie

- Aldred, C., éd. (1973) : *Akhenaten and Nefertiti*, New York.
- Andreu-Lanoë, G. et Pelegrin, J. (2018) : "La fabrique des ostraca en calcaire. Comment scribes et dessinateurs se procuraient-ils ces supports ?", in : Dorn & Polis, éd. 2018, 17-25.
- Assmann, J. (1991) : *Ägypten. Theologie und Frömmigkeit einer frühen Hochkultur*, 2<sup>e</sup> édition, Stuttgart – Berlin – Cologne.
- Barbotin, C. (2007) : *Les statues égyptiennes du Nouvel Empire*. 1. *Statues royales et divines*, Paris.
- Bénédite, G. (1906) : "À propos d'un buste égyptien récemment acquis par le musée du Louvre", *Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot*, 13.1, 5-28.
- Boislève, J., Dardenay, A. et Monier, F., dir. (2018) : *Peintures murales et stucs d'époque romaine, études toichographologiques, Actes du 29<sup>e</sup> colloque de l'AFPMA, 18-19 novembre 2016*, Louvres, Pictor 7, Bordeaux.
- Borchardt, L. (1913) : "Ausgrabungen in Tell-el Amarna 1912/1913. Vorläufiger Bericht", *Mitteilungen der Deutschen Orientgesellschaft*, 52, 1-55.
- Boreux, C. (1932) : *Antiquités égyptiennes. Catalogue-guide II*, Paris.
- Cannuyer, C., éd. (2005) : *Michel Malaise* in honorem. *La langue dans tous ses états*, Acta Orientalia Belgica 18, Bruxelles - Liège - Louvain-la-neuve - Leuven.
- Capart, J. (1942) : *L'Art égyptien*, II. *La Statuaire*, Bruxelles.
- Davies, N. de G. (1903-1906) : *The Rock Tombs of El Amarna*, Londres.
- De Putter, T. et Karlshausen, C. (1992) : *Les pierres utilisées dans la sculpture et l'architecture de l'Égypte pharaonique. Guide pratique illustré*, Bruxelles, Connaissance de l'Égypte Ancienne 4.
- Desroches-Noblecourt, C. (1939) : *Le style égyptien*, Paris.
- Dorn, A. et Polis, S., éd. (2018) : *Outside the Box. Selected papers from the conference "Deir el-Medina and the Theban Necropolis in Contact"*, Liège 27-29 October 2014, *Ægyptiaca Leodiensia*, 11, Liège.
- Eschweiler, P. (1994) : *Bildzauber im alten Ägypten*, Orbis Biblicus et Orientalis 137, Fribourg-Göttingen.
- Engelbach, R. (1938) : "A limestone head of King Akhenaten in the Cairo Museum", *Annales du Service des Antiquités de l'Égypte*, 38, 95-107.
- Gabolde, M. et Vergniew, R. (2018) : *Les édifices du règne d'Amenhotep IV - Akhéaton. Urbanisme et révolution*, CENiM 20, Montpellier.
- Hill, M. (2018) : "The Petrie-Carter Statuary Fragments from the Sanctuary Zone of the Great Aten Temple. The decoration of Amarna sacred architecture", in : Gabolde & Vergniew 2018, 53-85.
- Kaiser, W. (1990) : "Zur Büste als Darstellungsform ägyptischer Rundplastik", *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 46, 269-285, pl. 61-67.
- Kemp, B. J. (2018) : "A royal visit to Amarna of another age, and the Fouad head of Akhenaten", *The Akhetaten Sun* 24.1, 14-15.
- Krauss, R. (1983) : "Der Bildhauer Thutmose in Amarna", *Jahrbuch Preußischer Kulturbesitz* 20, 119-132.
- Laboury, D. (2005) : "Dans l'atelier du sculpteur Thoutmose", in : Cannuyer, éd. 2005, 289-300.
- (2009) : "Réflexions sur le portrait royal et son fonctionnement dans l'Égypte pharaonique", *KTEMA* 34, 175-196.
- (2010) : *Akhéaton*, Paris.
- Lee, L. et Quirke, S. (2000) : "Painting materials", in : Nicholson & Shaw, éd. 2000, 104-120.
- Manniche, L. (2010) : *The Akhenaten Colossi of Karnak*, Cairo-New York.
- Müller, M. (2008) : *Die Kunst Amenophis' III. und Echnatons*, Basel.
- Mulliez, M., Mounier, M., Mora, P., Espinasse, L., Daniel, F. et Daniel, F. (2018) : "La couleur des peintures murales antiques dans les restitutions 3D : observations, mesures et retranscriptions virtuelles. Le triclinium 7 de la maison de Neptune et Amphitrite à Herculaneum", in : Boislève et al., dir. 2018, 365-380.
- Murnane, W. J. et Van Siclen III, C. (1993) : *The Boundary Stelae of Akhenaten*, Londres-New York.
- Nicholson, P. T. et Shaw, I., éd. (2000) : *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge-New York.
- Petrie, W. M. F. (1894) : *Tell el Amarna*, London, Archaeological Survey of Egypt 13-18.
- Seyfried, F., éd. (2012) : *In the Light of Amarna. 100 years of the Nefertiti discovery*, Berlin.
- Thompson, K., Kemp, B. et Hodgkinson, A. (2018) : "Borchardt's Amarna glass photographic negatives", *The Akhetaten Sun*, 24.1, 2-13.
- Vandier, J. (1951) : *La sculpture égyptienne*, Paris.
- Wildung, D. (2012) : *Les multiples visages de Néfertiti*, Ostfildern.
- de Wit, C. (1950) : *La statuaire de Tell el-Amarna*, Bruxelles-Anvers.