



**HAL**  
open science

## **Biométrie appliquée à la reconnaissance faciale de quatre portraits présumés de Leonardo da Vinci**

Xavier D'Hérouville, Claude Gaudeau de Gerlicz, Aurore Caulier

► **To cite this version:**

Xavier D'Hérouville, Claude Gaudeau de Gerlicz, Aurore Caulier. Biométrie appliquée à la reconnaissance faciale de quatre portraits présumés de Leonardo da Vinci. 2018. hal-01821933v2

**HAL Id: hal-01821933**

**<https://hal.science/hal-01821933v2>**

Preprint submitted on 17 Jul 2018

**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.

# Biométrie appliquée à la reconnaissance faciale de quatre portraits présumés de Leonardo da Vinci

Xavier d'Hérouville <sup>1\*</sup>, Claude Gaudeau de Gerlicz <sup>2\*</sup> & Aurore Caulier <sup>3\*</sup>

**Nous sommes partis sur l'idée d'objectiver à l'aide d'outils d'intelligence artificielle les traits de similitude apparents observés *de visu* sur des visages extraits d'œuvres graphiques distinctes utilisant des techniques picturales différentes, s'agissant de portraits présumés de Leonardo da Vinci. La méthode expérimentale à mettre en oeuvre nous a conduits à inverser cette démarche intellectuelle : à savoir qu'il nous a fallu objectiver *in fine* les résultats obtenus à l'aide du logiciel de reconnaissance faciale utilisé à cet effet (*NeoFace® Watch* - NEC, France) à l'aide d'une vérification visuelle mettant en œuvre l'œil humain. L'identification neuronale algorithmique (1:N) sur une base de données de 51 portraits a ainsi été doublée par l'authentification neuronale oculaire et cérébrale (1:1) d'un panel de 85 personnes qui se sont prêtées au jeu. Nous avons pu dès lors démontrer le bien-fondé de notre idée de départ. Nos conclusions font de l'intelligence artificielle un outil nécessaire à l'identification de portraits "méconnus" à reconnaître, à rajouter au crédit de l'expertise scientifique des œuvres d'art.**

La biométrie - ou anthropobiométrie, littéralement "mesure du vivant" - peut être définie comme étant la "reconnaissance automatique d'une personne en utilisant des traits distinctifs" <sup>1</sup>. En d'autres termes, ce sont toutes les caractéristiques physiques ou traits personnels automatiquement mesurables, robustes et distinctives qui peuvent être utilisées pour identifier un individu ou pour vérifier l'identité prétendue d'un individu <sup>2</sup>. L'avantage de ces caractéristiques biométriques est qu'elles sont universelles, c'est-à-dire présentes chez toutes les personnes à identifier. D'autre part, elles sont mesurables et uniques : deux personnes ne peuvent posséder exactement la même caractéristique. Elles sont aussi permanentes, ce qui signifie qu'elles ne varient pas ou peu au cours du temps <sup>3</sup>. L'être humain a - de façon plus ou moins développée suivant les individus - la capacité naturelle à identifier les visages. Les plus sagaces d'entre nous sont qualifiés de "physionomistes". Dans le milieu de l'art on parle volontiers de "l'œil absolu" de tel ou tel expert, comme on parle de "l'oreille absolue" de certains musiciens virtuoses.

## Un système au service de la reconnaissance faciale

Cette aptitude n'existe pas naturellement, bien entendu, dans l'arsenal informatique des ordinateurs. C'est pourquoi est né le besoin de simuler artificiellement la reconnaissance à l'aide de systèmes intelligents autonomes. De même que nous conservons en mémoire tout au long de nos vies les visages vus et observés, la reconnaissance faciale par ordinateur nécessite la constitution préalable d'une base de données de visages connus. L'image du visage à reconnaître est alors normalisée avant d'être transmise au système de reconnaissance qui va la traiter en utilisant un algorithme pour en extraire une signature. Cette signature est

enfin comparée à l'aide d'un classificateur avec les signatures déjà existantes dans la base de données afin d'identifier le visage en question <sup>1</sup> (Fig. 1).

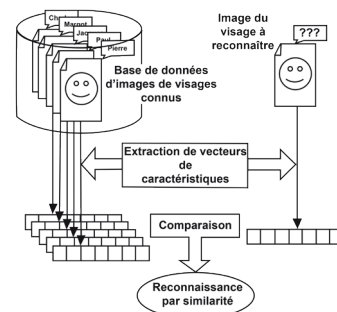


Figure 1 | Les différentes phases de la reconnaissance faciale par les outils du système d'intelligence artificielle <sup>1</sup>.

Un système de reconnaissance faciale doit donc pouvoir identifier des visages présents dans une image ou dans une vidéo de manière automatique. Le système peut opérer dans les deux modes suivants <sup>2,4</sup> :

- Vérification (authentification) où le système biométrique demande à l'utilisateur son identité et essaye de répondre à la question : "Est-ce la personne X ?". Le système compare alors la donnée caractéristique (signature) obtenue à partir de l'information entrée avec celle enregistrée correspondant à l'identité prétendue. Il s'agit d'une comparaison un à un (1:1) : le système trouvera ou ne trouvera pas d'appariement entre les deux. Ce mode opératoire est communément employé dans les applications de contrôle d'accès, de contrôle aux frontières et de paiement par authentification.

<sup>1</sup> PhD, Consultant en expertise d'art, Editech, Florence, Italie. <sup>2</sup> PhD, Directeur scientifique, Bioespas international, Tours, France. <sup>3</sup> PhD, Directrice scientifique, musée Richelieu, France.

\* Ces auteurs ont contribué à parts égales à ce travail.

- Identification où le système biométrique permet d'établir l'identité d'une personne à partir d'une base de données et essaye de répondre à la question : " *Qui est la personne X ?* ". Le système compare cette fois la donnée caractéristique (signature) obtenue à partir de l'information entrée avec l'ensemble de celles de sa base de données. Il s'agit d'une comparaison 1 contre plusieurs (1:N) : le système classera l'ensemble des images de visages de sa base de données par ordre décroissant en fonction des scores d'appariement obtenus un à un par comparaison soit  $N \times (1:1)$ . Ce mode opératoire est communément employé dans des applications commerciales d'identification des personnes d'intérêt (VIP, clients réguliers, voleurs... etc.) et par la police judiciaire dans les applications d'identification de corps réduits à l'état de cadavres ou bien encore celle d'auteurs de crimes ou de délits.

### **Une problématique propre à la reconnaissance faciale des portraits**

" *Est-il possible d'objectiver à l'aide d'outils d'intelligence artificielle les traits de similitude apparents observés de visu sur des visages extraits d'œuvres graphiques distinctes utilisant des techniques picturales différentes ?* " Telle est la question à laquelle il sera tenté de répondre dans la présente étude à l'aide du logiciel de reconnaissance faciale développé par la société NEC sous la dénomination *NeoFace® Watch*. Aux vues de sa première place obtenue au test comparatif FRVT2013 réalisé par l'organisme gouvernemental américain NIST, avec seulement 4,1% d'échec pour la reconnaissance faciale au sein d'une base de donnée de 1,6 millions d'images, ce logiciel est actuellement reconnu comme étant le plus précis disponible sur le marché, y compris sur des images de faible qualité. Il fournit la capacité de comparaison la plus rapide et la plus résistante aux variables d'orientation (jusqu'à 30° de déviation différentielle par rapport à l'image de face) et de vieillissement (jusqu'à 10 années de différentiel d'âge). La reconnaissance faciale de ce logiciel repose sur un algorithme de type " *Generalized Learning Vector Quantization* " (GLVQ) <sup>5</sup>. Il est résistant aux tentatives de dissimulation d'identité par le port d'un chapeau, d'un bonnet, d'une barbe et d'une moustache ou par un simple changement de coiffure.

Dans le domaine artistique, l'identification d'un visage dessiné et/ou peint est par le fait synonyme d'authentification. La portée de l'examen du portrait à identifier va être différente suivant que son auteur est connu ou non :

- Si l'auteur du portrait est connu, il s'agira de donner un nom au personnage représenté en se fondant sur les similitudes observées entre son visage et d'autres portraits identifiés et effectués par le même artiste peintre,

- En revanche, si son auteur est inconnu, mais l'œuvre relativement bien datée, il s'agira en priorité d'attribuer ce portrait à un peintre précis, et pour ce faire ce sont les similitudes dans le " *rendu* " et la technique utilisée qui permettront d'attribuer ce portrait à tel ou tel artiste-peintre connu, la recherche du nom du personnage représenté passant du même coup au second plan.

À ce stade, l'utilisation d'outils de reconnaissance faciale offerts par les algorithmes originellement développés par la police judiciaire et à présent communément employée dans des applications commerciales d'identification des personnes d'intérêt

est certes tentante, mais non dénuée de réserves quant à son application à l'expertise d'œuvres d'art, s'agissant de tableaux sur lesquelles figurent des visages dessinés et/ou peints <sup>6</sup>. Si l'identification la plus basique se fait bien sur la reconnaissance du visage qui " *crystallise l'identité de l'individu* " <sup>7</sup>, la problématique posée par la reconnaissance d'un visage dessiné et/ou peint repose sur le différentiel du " *rendu* " propre à chaque artiste-peintre : technique picturale mise en œuvre (esquisse, dessin ou peinture), style (" *patte* " de l'auteur mais aussi finesse ou grossièreté de sa " *touche* ") et enfin format utilisé, avec ses contraintes picturales s'agissant de la finesse des traits et du traitement des détails sur un travail de miniature à la loupe où le visage ne dépasse pas quelques millimètres de hauteur.

### **Un début de réponse apporté par quelques études**

Quelques études scientifiques ont d'ores et déjà très sérieusement abordé le sujet. Il faut citer à ce propos, l'expertise biométrique réalisée en 2005 par Raoul Perrot, directeur du Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie de l'Université Claude Bernard à Lyon 1, pour le compte du Département Design du Laboratoire Cosimo Di Medici de Paris <sup>6</sup>. Il s'agissait d'évaluer à l'aide d'outils mathématiques de reconnaissance faciale le degré de ressemblance de visages peints ou sculptés (bas-relief) avec le visage référentiel connu et authentifié du portrait de Benvenuto Cellini réalisé par Giorgio Vasari. Au final, deux sur trois des images de visages à reconnaître ont été identifiées comme des portraits de Benvenuto Cellini, qui plus est comme des autoportraits puisque le maître en est lui-même l'auteur. En 2012, une équipe d'historiens d'art de l'Université de Riverside, Californie, dirigée par Conrad Rudolph a mis en œuvre un projet intitulé " *FACES* " en partant du visage référentiel connu et authentifié du masque mortuaire en 3D de Laurent de Médicis pour développer un logiciel de reconnaissance faciale capable d'identifier son visage en 2D dans des œuvres dessinées et/ou peintes contemporaines <sup>8</sup>. Dernièrement, l'un des membres de cette même équipe, Amit Roy-Chowdhury a identifié à l'aide de ce logiciel de reconnaissance faciale un portrait d'Anne Boleyn, deuxième et malheureuse épouse d'Henri VIII d'Angleterre, jusqu'à lors considéré comme étant celui de Jane Seymour qui lui a succédé. Cette même étude a permis de confondre de manière identique un portrait présumé d'Anne Boleyn exposé à la National Portrait Gallery de Londres.

### **Le double système expérimental mis en œuvre**

Pour tenter d'apporter un complément de réponse à cette délicate quadrature, à défaut de la résoudre, deux angles d'approches - logiciel, utilisant le réseau neuronal algorithmique *NeoFace® Watch* et visuel, utilisant le réseau neuronal oculaire et cérébral - ont été mis en œuvre à titre comparatif et complémentaire. En effet, s'agissant de reconnaissance faciale via le logiciel *NeoFace® Watch*, les scores établis après comparaison de l'image du visage à reconnaître avec celles des visages de la base de données ne sont que des valeurs numériques suivant un seuil de confiance et doivent être considérés comme tels. Plus le score est élevé, plus les deux visages se ressemblent. Usuellement, un score établi autour de 0,550 entre deux " *vraies* " images permettrait d'affirmer que les deux vi-

sages se ressemblent potentiellement. Dans notre cas particulier, à savoir la reconnaissance de visages dessinés et/ou peints, un score établi autour de 0,450 pourra être considéré comme significatif. Mais il faut garder à l'esprit que ce score ne représente pas un coefficient de probabilité. Les systèmes de reconnaissance faciale ne sont pas des outils magiques infaillibles et au final une vérification utilisant le réseau neuronal cérébral d'un "œil" avisé sera toujours conseillée. D'où l'intérêt dans cette étude - en doublon de l'utilisation du logiciel de biométrie faciale - de soumettre à la sagacité d'un panel de personnes plus ou moins avisées l'évaluation toute subjective du degré de ressemblance des images de visages "méconnus" avec celles de portraits déjà connus, à l'identité présumée. Normalement, un score établi *de visu* autour de 0,650 entre deux "vraies" images permettrait d'affirmer que les deux visages se ressemblent potentiellement. Dans notre cas particulier, à savoir la reconnaissance de visages dessinés et/ou peints par un panel de personnes non expertes, un score établi autour de 0,450 pourra être considéré comme significatif. Qui plus est, en sus de la valeur du score établi par le logiciel, il est également intéressant de prendre en compte la position des images de visages sélectionnées dans la base de données. Les visages classés par score décroissant jusqu'au rang 10 doivent être considérés comme potentiellement similaires. "L'Œil" humain pouvant alors exercer *in fine* son potentiel critique et discriminatoire.



**Figure 2 | Les 4 visages de référence présentant des traits de similitude apparents servant de support à cette étude scientifique. 1,** Leonardo da Vinci (?) : (auto-)portrait de Turin - It. **2,** Thadée : *la Cène* - Lux. **3,** Saint Antoine : *la Tentation de saint Antoine* - Fr. **4,** Leonardo da Vinci (?) : portrait de Windsor Castle - UK.

Quatre visages présentant des traits de similitude apparents mais réalisés avec des techniques picturales et en des formats différents ont servi de support à cette étude scientifique (Fig. 2). Le premier [1] est un portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci et conservé à la bibliothèque royale de Turin ; ce visage de trois quart et d'environ quinze centimètres de hauteur est généralement présenté comme étant celui de Leonardo da Vinci lui-même, aux alentours de la soixantaine. Le deuxième [2] est extrait d'une peinture sur toile de grand format représentant *la Cène* et conservé dans une collection privée luxembourgeoise ; ce visage de trois quart et d'environ quinze centimètres de hauteur représente l'apôtre Thaddée, dans une figuration généralement admise pour ce qui est de la fresque de *la Cène* de Milan comme étant également celle de Leonardo da Vinci lui-même dans la force de l'âge, c'est à dire aux alentours de la cinquantaine. Le troisième [3] est extrait d'une miniature peinte sur bois représentant *la Tentation de saint Antoine* sur le mode alchimique du *Grand Œuvre* et conservé dans une collection privée française ; ce visage de face et de quelques millimètres seulement de hauteur représente Saint-Antoine, *le Grand alias l'Égyptien*. Le quatrième enfin [4] est extrait d'un des catalogues de la Royal Library de Windsor Castle (réf. RL 12300v) ; il s'agit d'un dessin

au crayon et à l'encre d'un visage de trois quart et de quelques centimètres seulement de hauteur représentant Leonardo da Vinci lui-même, aux alentours de la cinquantaine, réalisé très vraisemblablement par un de ses élèves en son atelier.

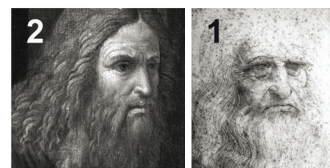
La base de données d'images libres de droits - *Google's license Creative Commons 3.0 Attribution* - de 51 visages dessinés et/ou peints sélectionnés sur près de vingt siècles d'histoire de l'art profane et sacré se décompose de façon suivante :

- 12 portraits d'hommes divers et variés, principalement des autoportraits extraits d'œuvres profanes connues et parfaitement authentifiées quant à leur auteur,
- 23 portraits d'hommes portant la barbe, principalement extraits de l'iconographie sacrée,
- 13 portraits de femme diverses et variées extraits d'œuvres profanes connues et parfaitement authentifiées quant à leur auteur.

Les 2 images de visages "méconnus" à reconnaître [2, 3], ainsi que les 2 images de visages, portraits connus présumés de Leonardo da Vinci [1, 4] ont été rajoutées pour compléter utilement ce panel. Lors de chaque "test-match", l'image à reconnaître a bien entendu été retirée de la base de données sauf à obtenir un score attendu de 1.

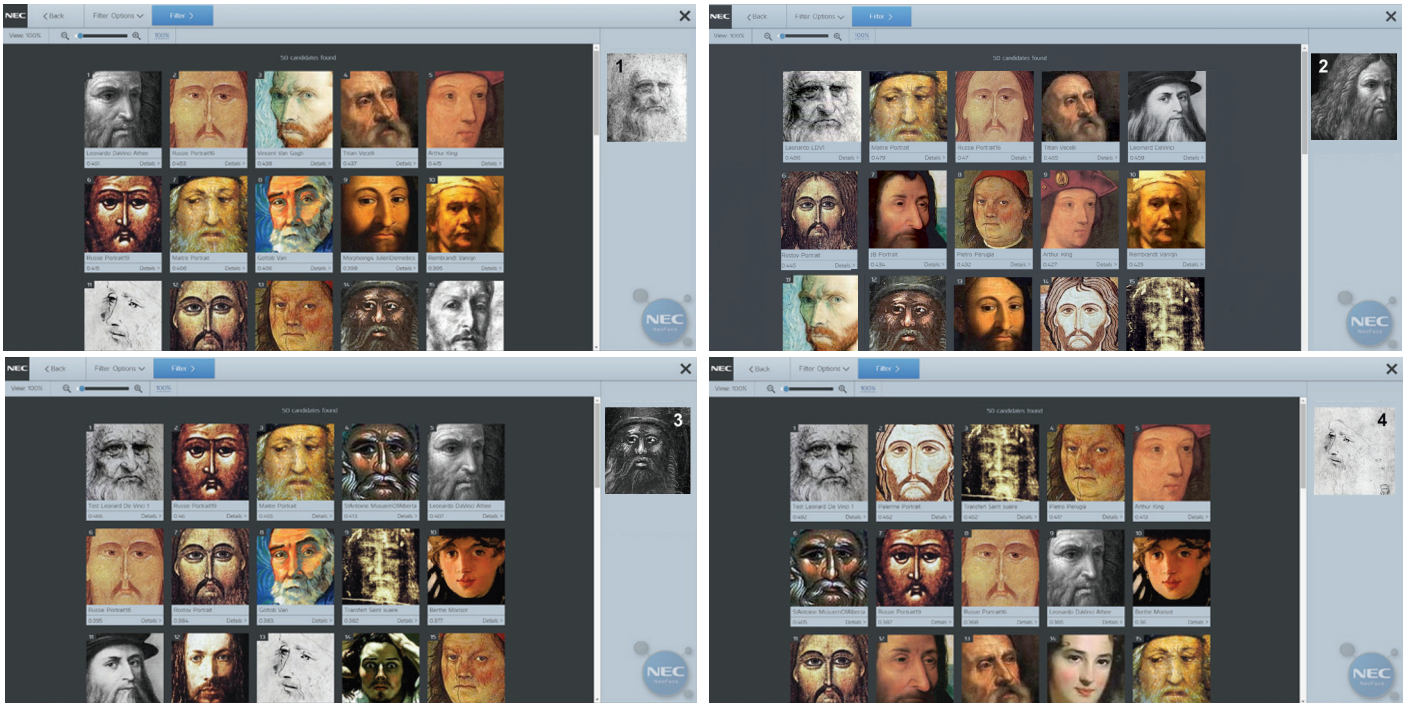
### Résultats des "test-matches" réalisés en doublon

Le premier "test-match" logiciel oppose à la base de données (1:51) l'image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci. Le système biométrique essaye de répondre à la question : " *Qui est représenté sur l'image du visage [1] ?* ". Il compare la donnée caractéristique (signature) obtenue à partir de l'information entrée avec l'ensemble de celles de sa base de données. Il s'agit d'une comparaison 1 contre plusieurs (1:51 en l'occurrence) : le système classe l'ensemble des images de visages de sa base de données par ordre décroissant en fonction des scores d'apariement obtenus un à un par comparaison, soit 51 x (1:1) en ce qui concerne cette étude (Fig. 4). La première position est occupée par l'image du visage [2] du portrait peint de l'apôtre Thaddée, dans une figuration généralement admise comme étant également celle de Leonardo da Vinci (Fig. 3).



**Figure 3 | Candidat principal [2] du "test-match" (1:51) réalisé par le logiciel NeoFace® Watch à partir de l'image de visage [1].**

Le score obtenu est de 0,491. L'image de visage occupant la deuxième position n'obtenant qu'un score de 0,453, consolide l'image du visage [2] comme candidat principal à retenir. Il faut également noter au passage que les images des visages [4] et [3] occupent respectivement les rangs 11 et 14 dans ce classement, avec des scores de 0,392 et 0,375 nettement moins significatifs. Ce résultat est très exactement conforté par le "test-match" visuel proposé à un panel de 85 personnes opposant deux à deux (1:1) les quatre visages présentant des traits de similitudes apparents mais réalisés



**Figure 4 | Résultats des “ test-matches “ (1:51) réalisés par le logiciel NeoFace® Watch à partir des 4 visages de référence.** En marge, en haut et à droite de chaque épreuve, le visage à reconnaître. En haut et à gauche du classement, le candidat principal du “ test-match “ (1:51) désigné par le logiciel NeoFace® Watch.

avec des techniques picturales et en des formats différents qui ont servi de support à cette étude scientifique. En effet, le classement obtenu par utilisation du réseau neuronal oculaire et cérébral place de la même manière la paire [1-2] au premier rang - *ex-aequo* avec la paire [1-3] - avec un score médian de 0,500, la paire [1-4] occupant le rang 3 avec un score médian de 0,400.

Le second “ test-match “ logiciel oppose à la base de données (1:51) l’image du visage [2] du portrait peint représentant l’apôtre Thaddée, dans une figuration généralement admise comme étant celle de Leonardo da Vinci. Le système classe l’ensemble des images de visages de sa base de données par ordre décroissant en fonction des scores d’apariement obtenus un à un par comparaison, soit 51 x (1:1) en ce qui concerne cette étude. La première position est occupée par l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci (Fig. 4). Le score obtenu est de 0,488. L’image de visage occupant la deuxième position n’obtenant qu’un score de 0,479, consolide l’image du visage [1] comme candidat principal à retenir. Il faut également noter au passage que les images des visages [3] et [4] occupent respectivement les rangs 12 et 19 dans ce classement, avec des scores de 0,402 et 0,366 nettement moins significatifs. Ce résultat n’est pas très exactement conforté par le “ test-match “ visuel proposé à un panel de 85 personnes opposant deux à deux (1:1) les quatre visages présentant des traits de similitudes apparents mais réalisés avec des techniques picturales et en des formats différents qui ont servi de support à cette étude scientifique. En effet, le classement obtenu par utilisation du réseau neuronal oculaire et cérébral place de la paire [2-4] au premier rang avec un score médian de 0,60, les paires [2-1] et [2-3] occupant les rangs 2 et 3 avec des scores médians respectifs de 0,500 et 0,400.

Le troisième “ test-match “ logiciel oppose à la base de données (1:51) l’image du visage [3] du portrait peint représentant Saint-Antoine, *le Grand alias l’Égyptien*. Le système classe l’ensemble des images de visages de sa base de données par ordre décroissant en fonction des scores d’apariement obtenus un à un par comparaison, soit 51 x (1:1) en ce qui concerne cette étude (Fig. 4). La première position est occupée par l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci (Fig. 5).



**Figure 5 | Candidat principal [1] du “ test-match “ (1:51) réalisé par le logiciel NeoFace® Watch à partir de l’image de visage [3].**

Le score obtenu est de de 0,466. L’image de visage occupant la deuxième position n’obtenant qu’un score de 0,46, consolide l’image du visage [1] comme candidat principal à retenir. Il faut également noter au passage que l’image du visage [2] qui occupe le rang 5 dans ce classement, se place également - mais ce dans une dans une moindre mesure compte-tenu du score de 0,407 obtenu - comme candidat potentiel. Et enfin, notons aussi que l’image du visage [4] occupe le rang 13 dans ce classement, avec un score de 0,373 nettement moins significatif. Ce résultat est conforté par le “ test-match “ visuel proposé à un panel de 85 personnes opposant deux à deux (1:1) les quatre visages présentant des traits de similitudes apparents mais réalisés avec des techniques picturales et en des formats différents qui ont servi de support à cette étude scientifique. En effet, le classement obtenu par utilisation du réseau neuronal oculaire

et cérébral place de la même manière la paire [3-1] au premier rang avec un score médian de 0,500, les paires [3-2] et [3-4] - *ex-æquo* - occupant les rangs suivants avec un score médian de 0,400.

Le quatrième et dernier “ *test-match* ” logiciel oppose à la base de données (1:51) l’image du visage [4] du portrait dessiné au crayon et à l’encre représentant Leonardo da Vinci, réalisé très vraisemblablement par un de ses élèves en son atelier. Le système classe l’ensemble des images de visages de sa base de données par ordre décroissant en fonction des scores d’apariement obtenus un à un par comparaison, soit 51 x (1:1) en ce qui concerne cette étude (Fig. 4). La première position est occupée par l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci. Le score obtenu est de 0,492. L’image de visage occupant la deuxième position n’obtenant qu’un score de 0,462, consolide l’image du visage [1] comme candidat principal à retenir. Il faut également noter au passage que l’image du visage [2] qui occupe le rang 9 dans ce classement, se place également - mais ce dans une dans une moindre mesure compte-tenu du score de 0,365 obtenu - comme candidat potentiel. Et enfin, notons aussi que l’image du visage [3] occupe le rang 16 dans ce classement, avec un score de 0,343 nettement moins significatif. Ce résultat n’est pas très exactement conforté par le “ *test-match* ” visuel proposé à un panel de 85 personnes opposant deux à deux (1:1) les quatre visages présentant des traits de similitudes apparents mais réalisés avec des techniques picturales et en des formats différents qui ont servi de support à cette étude scientifique. En effet, le classement obtenu par utilisation du réseau neuronal oculaire et cérébral place la paire [4-2] au premier rang avec un score médian de 0,60, les paires [4-1] et [4-3] - *ex-æquo* - occupant les rangs suivants avec un score médian de 0,400.

## Discussion

Le premier “ *test-match* ” logiciel, opposant à la base de données (1:51) l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci, désigne comme candidat principal l’image du visage [2] du portrait peint de l’apôtre Thaddée, dans une figuration généralement admise comme étant également celle de Leonardo da Vinci. Il est conforté par le “ *test-match* ” visuel (1:1) opposant la paire [1, 2] et confirmé par le deuxième “ *test-match* ” logiciel opposant à la base de données (1:51) l’image du visage [2] du portrait peint de l’apôtre Thaddée qui désigne comme candidat principal l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci. L’inversion dans le classement pour les rangs 2 et 3 entre le “ *test-match* ” logiciel et visuel pouvant être interprétée par l’écart du degré de finition, auquel se surajoute celui du vieillissement de l’ordre d’une dizaine d’année, des deux visages [1] et [4]. L’œil de tout un chacun n’étant pas forcément capable d’intégrer ces paramètres, contrairement aux performances intrinsèques du logiciel de reconnaissance faciale. Si tenté que le portrait dessiné à la sanguine conservé à la bibliothèque royale de Turin représente bien Leonardo da Vinci, et si tenté que ce portrait soit bien un autoportrait de sa propre main, la présente étude vient conforter l’hypothèse selon laquelle le visage du personnage de Thaddée représenté dans cette version de *la Cène* serait bien le sien. Plus

loin, cette présente étude permet d’ouvrir le débat sur le fait que l’image du visage [2] extraite de cette version de *la Cène* conservée dans une collection privée luxembourgeoise puisse être de la main de Leonardo da Vinci lui-même, ou bien de celle d’un de ses élèves en son atelier, d’après un original perdu du maître florentin.

Le quatrième “ *test-match* ” logiciel, opposant à la base de données (1:51) l’image du visage [4] du portrait dessiné au crayon et à l’encre représentant Leonardo da Vinci, désigne cette fois encore comme candidat principal l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci. Le décalage dans le classement entre le “ *test-match* ” logiciel et visuel pouvant être interprété par l’écart du degré de finition, auquel se surajoute celui du vieillissement de l’ordre d’une dizaine d’année, des deux visages [1] et [4]. Comme évoqué précédemment, l’œil de tout un chacun n’étant pas forcément capable d’intégrer ces paramètres, contrairement aux performances intrinsèques du logiciel de reconnaissance faciale. Si tenté que le portrait dessiné à la sanguine conservé à la bibliothèque royale de Turin représente bien Leonardo da Vinci, cette présente étude vient conforter l’hypothèse selon laquelle le visage du personnage dessiné au crayon et à l’encre extrait d’un des catalogues de la Royal Library of Windsor Castle (réf. RL 12300v) serait bien celui de Leonardo da Vinci, lui-même, réalisé par un de ses élèves en son atelier.

Le résultat du troisième “ *test-match* ” logiciel, opposant à la base de données (1:51) l’image du visage [3] du portrait peint représentant Saint-Antoine, *le Grand alias l’Égyptien* extrait de la *Tentation de saint Antoine*, n’est paradoxalement pas le plus étonnant, bien que les perspectives qu’il ouvre soient les plus incroyables, voire les plus vertigineuses dans leur tracé et lecture possibles. Rien dans ce visage peint de face et de quelques millimètres seulement de hauteur ne peut laisser présumer au premier regard à un spectateur *lambda* une quelconque ressemblance de près ou même de loin avec un portrait présumé de Leonardo da Vinci. Ni au premier regard, ni même aux suivants. Un œil même le plus avisé soit-il ne peut distinguer ce portrait miniature “ *façon Saint-Antoine* ” de sa représentation archétypale de “ *père du désert* ” telle qu’elle apparaît classiquement dans l’iconographie profane ou sacrée. Seul un “ *œil absolu* ” remarquerait éventuellement que ses traits n’ont rien à voir avec les traits émaciés que l’on s’attendrait à trouver sur le visage d’un anachorète, mais davantage avec ceux du visage d’un moine bien portant, quelque peu “ *joufflu* ”. Il faut un grossissement de plus de 20 x pour se rendre compte non seulement de la réelle dextérité de son auteur et de l’extrême précision de son trait, mais également de l’existence de traits de similitudes apparents avec les deux portraits présumés de Leonardo da Vinci. Le résultat du troisième “ *test-match* ” logiciel, opposant à la base de données (1:51) l’image du visage [3] désigne comme candidat principal l’image du visage [1] du portrait dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci. Il est conforté par le “ *test-match* ” visuel (1:1) opposant la paire [3, 1]. Si tenté que le portrait dessiné à la sanguine conservé à la bibliothèque royale de Turin représente bien Leonardo da Vinci et si tenté que ce portrait soit bien un autoportrait de sa propre main, la présente étude permet d’étayer l’hypothèse incroyable selon laquelle Leonardo da Vinci en personne serait portraituré sous les traits du célèbre “ *père des ermites* ” dans

cette miniature peinte sur bois représentant *la Tentation de saint Antoine* sur le mode alchimique du *Grand Œuvre* conservée dans une collection privée française. Cette hypothèse est d'ailleurs confortée par un autre détail pictural de ce même tableau : un élément de " *paysage anthropomorphe* " dont le profil rappelle très précisément les traits du même portrait [1] dessiné à la sanguine communément attribué à Leonardo da Vinci et conservé à la bibliothèque royale de Turin (Fig. 6).



Figure 6 | Profil léonardesque [1] du " *paysage anthropomorphe* " de *la Tentation de saint Antoine* dont est extraite l'image de visage [3].

Au final, cette présente étude permet de répondre par l'affirmative à la question posée en préambule, à savoir : " *Est-il possible d'objectiver à l'aide d'outils d'intelligence artificielle les traits de similitude apparents observés de visu sur des visages extraits d'œuvres graphiques distinctes utilisant des techniques picturales différentes ?* ". La concordance des résultats des " *test-matches* " obtenus à l'aide du réseau neuronal algorithmique développé par la société NEC sous la dénomination *NeoFace® Watch* et de ceux obtenus à l'aide du réseau neuronal oculaire et cérébral humain permet de positionner ce logiciel comme un outil nécessaire de la reconnaissance faciale appliquée à des œuvres graphiques distinctes utilisant des techniques picturales différentes. Au-delà de cet aspect scientifique, s'agissant des deux images de visages " *méconnus* " à reconnaître [2, 3], cette étude permet d'affirmer qu'il s'agit bien et pour l'une comme pour l'autre de portraits de Leonardo da Vinci. Le résultat le plus surprenant - ou plutôt celui soulevant le plus de questionnement - est sans conteste celui obtenu pour la miniature peinte sur bois représentant une version de *la Tentation de saint Antoine* sur le mode alchimique du *Grand Œuvre* [3]. Pourquoi le maître florentin a-t-il été représenté dans une telle configuration et dans une telle mise en scène ? Sauf peut-être à imaginer de Leonardo da Vinci, suivant ce que disait de lui Giorgio Vasari dans sa version première de sa *Vie des peintres* : " *qu'il se forma dans son esprit une doctrine si hérétique qu'il ne dépendait plus d'aucune religion, tenant peut-être davantage à être philosophe que chrétien* ". In fine, s'agissant d'authentification, qui pourrait bien être alors l'auteur d'un tel " *manifeste* " très explicitement ésotérique ? Leonardo da Vinci lui-même ? Ou bien un disciple de son entourage proche ou lointain qui aurait voulu au travers de cette composition peinte rendre un hommage en forme de témoignage pour la postérité à son œuvre sacrée pour les initiés, profane pour le commun des mortels ? Le débat contradictoire est ouvert.

## RÉSUMÉ DE LA MÉTHODE

Les quatre visages de référence servant de support à cette étude scientifique ont été soumis à l'épreuve d'identification (1:N) du logiciel de reconnaissance faciale développé par la société NEC sous la dénomination *NeoFace® Watch*. Avec seulement 4,1% d'échec pour la reconnaissance faciale au sein d'une base de donnée de 1,6 millions d'images, ce logiciel est actuellement reconnu comme étant le plus précis disponible sur le marché, y compris sur des images de faible qualité. La reconnaissance faciale de ce logiciel repose sur un algorithme de type " *Generalized Learning Vector Quantization* " (GLVQ) <sup>5</sup>. Une base de données de 51 portraits réalisée sur près de vingt siècles d'histoire de l'art a été constituée pour permettre au système biométrique d'identifier (1:N) les visages de référence servant de support à cette étude. S'agissant de portraits et non de visages " *réels* " à proprement parler, un score autour de 0,450 peut être considéré comme significatif. Ces mêmes quatre visages ont été soumis en parallèle - au titre d'une validation *in fine* des résultats obtenus à l'épreuve d'identification (1:51) - à l'épreuve de vérification (1:1) d'un panel de 85 personnes. S'agissant de portraits et non de visages " *réels* " à proprement parler, qui plus est authentifiés par des personnes non expertes, un score autour de 0,450 peut également être considéré comme significatif.

1. Boujellal S. Détection et identification de personnes par méthode biométrique. *Mémoire de Magister en Électronique, option Télédétection. Faculté de génie électrique et d'informatique. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou - RADP* (2015).
2. Woodward J D Jr, Horn C, Gatune J & Thoma A. Biometrics a look at facial recognition. *Rand public safety and justice for the Virginia State crime commission* (2003).
3. Guerfi Ababsa S. Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées aux visages 2D/3D. *Thèse de doctorat, spécialité Sciences de l'Ingénieur. Université Evry val d'Essonne* (2008).
4. Liu S & Silkveman M. A practical guide to biometric security technology. *IEE Computer Society, IT pro-security* (2001).
5. Sato A & Yamada K. Generalized Learning Vector Quantization. *Proc. 8th meeting of Neural Information Processing Systems. Denver, Co - USA* (1995).
6. Perrot R. Biométrie faciale et expertise d'œuvres d'art. *PALEOBIOS, 15 / 2007 / Lyon - France ISSN 0294-121 X* (2007).
7. Le Breton D & Grobois Ph. Use of anthropological methods in the identification of unknown individuals : humans remains ans armed robbers. *Proc.14th meeting of the International Association of Forensic Sciences, Tokyo - Japan* (1993).
8. Rudolph C, Roy-Chowdhury A & Kohl J. Scholars to apply facial recognition software to unidentified portrait subjects. *UCR Today* (2012).