

## **Comparaison entre l'*arbre des veines* et l'*Adoration des Mages* de Léonard de Vinci (fin du XV<sup>ème</sup> siècle)**

**Brice Poreau**<sup>1,2</sup>

1 - Stagiaire de recherches au Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie, Université Claude Bernard-Lyon 1

2 – Contact: poreau\_brice@yahoo.fr

### **Résumé:**

Laurenza, léonardiste, stipule que l'*Arbre des veines*, dessin de Léonard de Vinci numéroté RL 12597r°, se trouvant à la Royal library de Windsor, est daté du début des années 1480, alors qu'actuellement, ce dessin est daté du début des années 1490. L'un des arguments donnés par Laurenza est une comparaison entre le visage de l'*Arbre des veines* et l'un des visages de l'*Adoration des Mages*, tableau de Vinci daté effectivement de 1481. L'enjeu de cette étude est d'utiliser la biométrie de similarité afin d'obtenir le score de similarité entre les deux visages susmentionnés. Il s'agit ainsi d'apporter une preuve supplémentaire à la datation du dessin de l'*Arbre des veines*.

**Mots-clés:** Léonard de Vinci; biométrie de similarité; XV<sup>ème</sup> siècle

### **Abstract:**

**Comparison by the biometrics of similarity between the drawing *Tree of Veins* and *The Adoration of the Magi* by Leonardo da Vinci (XV<sup>th</sup> century)**

Laurenza, art historian, specialized in Leonardo da Vinci works, puts forward that *The tree of veins*, a drawing of Leonardo da Vinci number RL 12597r°, Roayl Library, at Windsor was made in the early 1480s, whereas, currently, this drawing is dated in the early 1490s. One of the arguments of Laurenza is a comparison between the face of the *tree of veins* and one face of *the Adoration of the Magi* (1481). The aim of our study is to perform the method of biometrics of similarity in order to obtain the score of similarity between the two faces. We want to give a new proof in order to date *the tree of veins*.

**Key words:** Leonardo da Vinci; biometrics of similarity; XV<sup>th</sup> century

## 1 -Introduction:

Des travaux récents ont permis l'adaptation d'une technique employée en anthropologie judiciaire dans le domaine de l'expertise d'œuvres d'art <sup>[14]</sup>, puis dans le domaine de la recherche en histoire de l'art <sup>[15-16]</sup>. Ces derniers travaux se sont focalisés sur un peintre en particulier: Jean Auguste Dominique Ingres, et notamment, ses œuvres portant sur le néoclassicisme. Cette période est, en effet, appropriée pour l'utilisation de la biométrie de similarité, qui consiste en la comparaison de deux corps, et dans notre cas, la comparaison de deux visages. Cette méthode fait donc appel à l'anatomie, ce qui signifie que l'étude anatomique doit être une pierre d'achoppement de la théorie artistique que nous souhaitons étudier. C'est le cas explicite du néoclassicisme, théorisée dès le XVIIIème siècle par Winckelman et reprenant à la fois le « culte du corps » de la Grèce antique, mais aussi l'anatomie pour elle-même <sup>[15]</sup>.

Pouvons-nous appliquer la biométrie de similarité à d'autres époques de l'histoire de l'art? Le but est effectivement de prouver cette hypothèse: la méthode, qui permet de comparer notamment les visages, est un outil participant à la datation des œuvres (et donc, à l'histoire de l'art dans son ensemble), et ce, quelle que soit la période historique étudiée, pourvu que l'artiste ait une considération précise de l'anatomie.

La démonstration a pu être apportée pour Ingres et donc le XIXème siècle, mais d'autres artistes ont étudié finement l'anatomie bien avant Ingres. Léonard de Vinci, reconnu pour son génie artistique, a effectivement étudié l'anatomie, près de quatre siècles avant Ingres. **Nous allons employer la biométrie de similarité afin de comparer deux visages pour permettre de donner un indice supplémentaire sur la datation supposée d'un dessin de Vinci.**

Laurenza, dans un ouvrage récent <sup>[6]</sup>, met en exergue un dessin nommé « l'arbre des veines » de Vinci. Celui-ci se trouve au Château de Windsor, dans la Royal Library, en Angleterre. Il s'agit d'un dessin anatomique en partie. Ce dessin, numéroté RL 12597r°, est selon Laurenza daté du début des années 1480, alors que la Royal Library mentionne 1490-1493: « Ma conclusion est donc que Léonard de Vinci a réalisé ce dessin à Florence vers 1480, mais a ajouté les notes en marge de la figure plus tard, peut-être à l'époque où, sur un dessin avec les nerfs se détachant de la colonne vertébrale (...) » <sup>[6 /p.28]</sup>. L'un des arguments donnés est la comparaison avec l'un des visages de *l'Adoration des Mages*, tableau non terminé, actuellement à Florence (Galleria degli Uffizi) et daté de 1481. Il cite: « Le visage à l'expression pathétique résultant de traits concentriques et superposés comme le maquillage d'un clown ressemble également à celui des figures de *l'Adoration des Mages*, ainsi qu'aux dessins de Verrochio dont Léonard de Vinci était l'élève. » <sup>[6 /p.28]</sup>

**Nous allons employer la méthode décrite en histoire de l'art afin de déterminer le pourcentage**

**de similarité entre le visage de l'arbre des veines et l'un des visages (détail) de l'Adoration des Mages cité en exemple par Laurenza.** A cet effet, le contexte dans lequel évolue Vinci sera brièvement évoqué. Puis la méthode sera adaptée au cas particulier de comparaison entre un visage de face et un visage de profil (ou rotation selon l'axe vertical) avec une analyse des lignes cranio-caudales.

## **2- Contexte historique: Le travail de Léonard de Vinci**

Alors que Vinci né en 1452 près de Florence, Gutenberg, Fust et Schoeffer, débute l'impression de la Bible dite « 42 » dans cette même période. Parallélisme, voire paradoxe, entre cette « renaissance » de la culture et sa diffusion possible par l'imprimerie naissante (voire même contestée), et les travaux d'un « génie » du XV-XVIème siècle, qui restent encore exceptionnels à étudier au XXIème siècle. Léonard, dans sa jeunesse, apprend avec Verrocchio (1435-1488): « D'un sujet doué, un tel enseignement aurait suffi à faire un artiste de talent et, en fait, d'excellents peintres et d'excellents sculpteurs ont été formés par l'atelier de Verrocchio. Mais Léonard était beaucoup plus qu'un sujet bien doué. C'était un esprit de génie dont l'extraordinaire puissance ne cessera jamais de susciter l'étonnement. Nous pouvons avoir une idée de la prodigieuse activité de Léonard grâce au soin qu'ont pris ses élèves de conserver à la postérité ses carnets de notes et ses croquis, au total des milliers de feuilles couvertes d'écriture et de dessins (...) » <sup>[3/p.293]</sup>. Pour Léonard, l'observation est importante: « C'est qu'en digne héritier de ses prédécesseurs florentins, Léonard considérait que l'artiste doit explorer le monde visible avec tout le soin et toute la pénétration dont il est capable. L'érudition livresque ne l'intéressait pas. Peut-être comme Shakespeare, ne savait-il que « peu de latin et encore moins de grec ». » <sup>[3/pp.293-294]</sup>. Paradoxe entre une imprimerie naissante permettant la diffusion d'œuvres d'auteurs latins ou grecs (comme par exemple les travaux de Macrobie, auteur supposé du IVème siècle dont il existe des éditions multiples au cours du XVIème siècle), et la vision de Vinci, véritablement décalée de celle exposée dans les ouvrages qu'il n'étudie apparemment pas directement (la plupart étant en latin, il devait donc passer par une traduction orale). Ce détachement supposé va permettre à Vinci une étude presque « expérimentale » (pour emprunter un terme à l'histoire des sciences de la fin du XIXème siècle) de l'anatomie. Léonard a un rapport singulier à la science: « Léonard a recours à la science pour valoriser l'activité artistique et pour conférer à celle-ci un statut tellement élevé qu'il ne peut être atteint par aucune autre activité humaine. C'est une manière d'établir les rapports entre art et science qui peut paraître aujourd'hui à peine intelligible, mais c'est celle de Léonard. » <sup>[2]</sup>. Ce rapport à la science s'étudie particulièrement au niveau de l'anatomie.

Dans son traité de la peinture, Vinci mentionne dans le chapitre 43 intitulé « Qu'il est nécessaire de connaître la forme intérieure ou l'anatomie de l'homme » (traduction de 1651 en ancien français reproduit ici): « Le peintre qui aura l'intelligence de la nature des nerfs, des muscles & des tendons, connaîtra bien dans le mouvement d'un membre, combien de nerfs y concourent & de quel ordre, & quel muscle venant à s'enfler est cause qu'un nerf le retire, & quelles cordes & quels petits tendons se ramassent & environnent le muscle: & se gardera de faire comme plusieurs qui en toutes sortes d'attitudes font toujours paraître les mêmes muscles, aux bras, au dos, à l'estomac & aux autres membres. » <sup>[17/p.11, f. Bij]</sup>. Nécessité pour Vinci d'étudier l'anatomie afin de devenir un bon peintre, mais nécessité aussi de saisir la particularité de chaque corps: « je dis que les mesures universelles des corps doivent s'observer dans les longueurs des figures seulement & non aux largeurs, parce que c'est une chose louable & merveilleuse dans la nature, que de toutes ses productions, on n'en voit aucune de quelque espèce que ce soit, laquelle considérée en particulier, soit précisément semblable à un autre (...) » <sup>[17/p.56]</sup>. Dans ce même traité, Vinci s'intéresse plus spécifiquement au visage: « Les mouvements des parties du visage causés par les soudaines agitations de l'esprit, font en grand nombre, dont les principaux font rire, pleurer, quereller, chanter en différents tons aigus & graves, les démonstrations d'étonnement ou d'admiration, de colère, de joie, de mélancolie, de peur, de déplaisir, de sentiment de douleur & d'autres semblables, desquelles nous ferons mention, & premièrement du rire & du pleurer qui font fort semblables dans les caractères qu'ils impriment sur la bouche, sur les joues, & aux paupières des yeux (...) » <sup>[17/p.61, f. H iij]</sup>. Le chapitre 188 est intitulé: « Observations pour dessiner les portraits » et précise les formes concaves ou convexes des différentes parties du visage et des « cartilages » composant celui-ci. Le chapitre suivant consiste en un « Moyen de retenir par mémoire, et faire de souvenir le portrait d'un homme ne l'ayant vu qu'une seule fois. ». Pour cela, Vinci mentionne de se consacrer au menton, à la bouche au front et au nez, pour la vue de profil. Il va décrire notamment plusieurs formes de nez, qu'il sera impératif de retenir afin d'accéder à une description précise, et ainsi, de mémoriser plus facilement le visage à peindre.

L'étude du corps humain est particulièrement précise dans la retranscription des carnets de Léonard faite par MacCurdy. Un paragraphe est effectivement intitulé « les proportions de l'homme ». Léonard décrit: « (*Proportions de la figure humaine*) Du menton à la naissance des cheveux, il y a un dixième de la figure. Depuis la jonction de la paume de la main jusqu'au majeur, un dixième. Du menton au sommet de la tête un huitième. Du creux de l'estomac au sommet de la poitrine, un sixième. Et de la fourche des côtes au sommet de la tête, un quart. Et du menton aux narines, un tiers de la face. Et autant des narines aux sourcils et des sourcils à la naissance des cheveux. Et le pied représente un sixième; la distance de l'avant-bras au bras un quart. La largeur des épaules un

quart. »<sup>[7/tiré de C.A. 358 r.a]</sup>. Dans un autre feuillet de Léonard concernant le visage, il note: « La face forme un carré, dont la largeur va d'une extrémité de l'œil à l'autre, et la hauteur va du sommet du nez au bas de la lèvre supérieure; ce qui subsiste au-dessus et au-dessous de ce carré à la hauteur d'un carré similaire. L'oreille a la longueur exacte du nez. La fente de la bouche vue de profil pointe vers l'angle de la mâchoire. La longueur de l'oreille doit être égale à la distance de la base du nez au haut de la paupière.(...) De profil, l'oreille se trouve au-dessus du milieu du cou. »<sup>[7/tiré de A623r]</sup>.

Les quelques écrits de Vinci, et notamment ce traité de la peinture, explicite sa volonté de comprendre l'anatomie afin de pouvoir réaliser ses œuvres. L'art procède donc, initialement, de l'observation « de la nature ». C'est ce que présente en particulier *l'arbre des veines* et *l'Adoration des Mages* présentés ci-après.

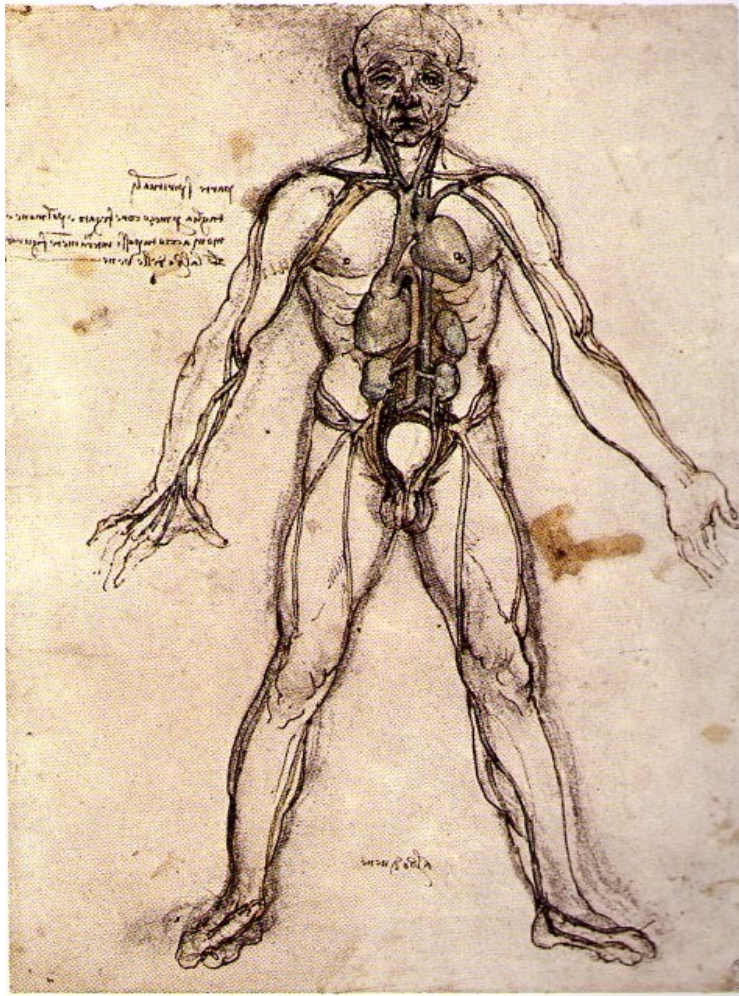
Kenneth, léonardiste, a notamment étudié *L'Adoration des Mages*, voici ce qu'il rapporte et qui peut nous éclairer: « Les premiers éléments de *L'Adoration des Mages* se retrouvent dans les esquisses faites pour une toute autre composition. Ce sont principalement trois dessins à la plume: un au musée Bonnat de Bayonne, un autre à l'Académie de Venise, le troisième au Kunsthalle de Hambourg. Ces dessins, si l'on en juge par la fermeté du trait, doivent dater de 1478 environ. Le nombre d'études qui s'y rattachent semblerait prouver qu'il s'agissait d'une commande importante, peut-être d'un tableau pour le maître-autel de la chapelle Saint-Bernard, à la Seigneurie, qui fut commandé en 1478 et ne fut jamais achevé. Ces esquisses avaient toutes pour sujet la Nativité, et le dessin du musée Bonnat montre des bergers en adoration sur les deux côtés d'une composition d'une forme carrée au centre de laquelle la Vierge est agenouillée derrière l'enfant Jésus et saint Jean. C'est le type de composition académique que Léonard avait dû apprendre dans l'atelier de Verrocchio et qu'adoptèrent la plupart des autres élèves de ce maître. »<sup>[4]</sup>.

Si *L'Adoration des Mages* est une œuvre de jeunesse de Léonard, *L'arbre des veines* date-t-il aussi de cette époque comme le pense Laurenza actuellement?

### **3 - Matériel et Méthode:**

#### ***3.1 Matériel:***

L'étude présentée ci-après est fondée sur la comparaison du visage du dessin *l'arbre des veines*, numéroté RL 12597r° de la Royal Library de Windsor et un visage de *l'Adoration des Mages*, décrit dans l'ouvrage de Laurenza<sup>[6/p.28]</sup>.

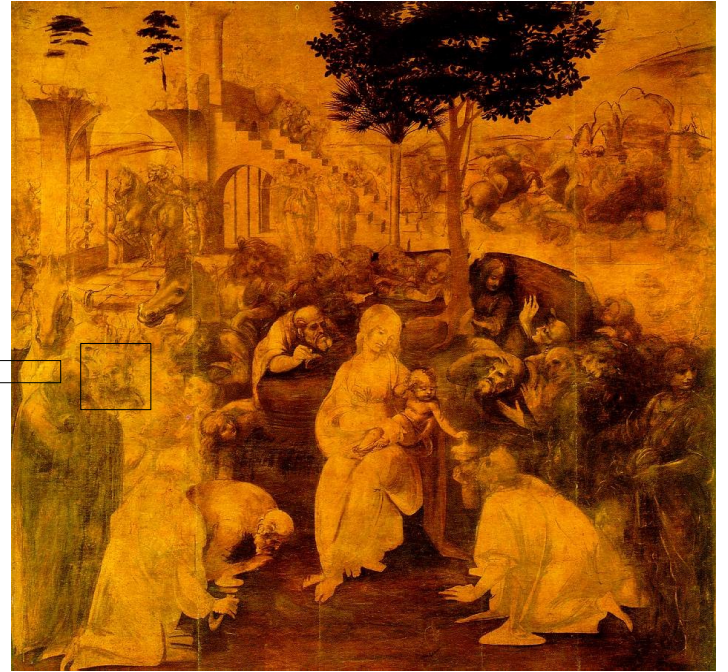


**Figures 1-2: Arbre des veines**

Le dessin (28x19.8cm) date de 1490-1493 selon le site de la Royal library of Windsor castle, en revanche, Laurenza le date de 1480 environ (A male anatomical figure showing the viscera and the principal vessels)

[<http://www.royalcollection.org.uk/eGallery/object.asp?maker=12196&object=912597&row=573&detail=about>]





**Figures 3-4: Adoration des Mages et visage**

L'adoration des mages, 1481, Galerie des Offices Florence, 243x246cm

### **3.2 Méthode:**

La méthodologie adoptée se réfère dans les grands principes à celle décrite pour l'étude et la comparaison des oeuvres d'Ingres <sup>[16]</sup>.

Il s'agit donc, sur les deux visages du dessin et de la peinture de Léonard, d'identifier des points anatomiques. Puis, nous effectuons les mesures de distance entre points anatomiques de notre choix, à l'aide d'un pied à coulisse digital (précision 1/100mm), sur chaque visage. Enfin, les indices sont calculés en vue de permettre une représentation graphique des résultats obtenus.

Pour chaque indice, nous effectuons la différence algébrique des valeurs indiciaires. La somme de ces différences est ensuite divisée par le nombre d'indices pour obtenir le score de similarité, avec le tableau des scores, et ainsi, le pourcentage d'assimilation entre les deux visages <sup>[16]</sup>.

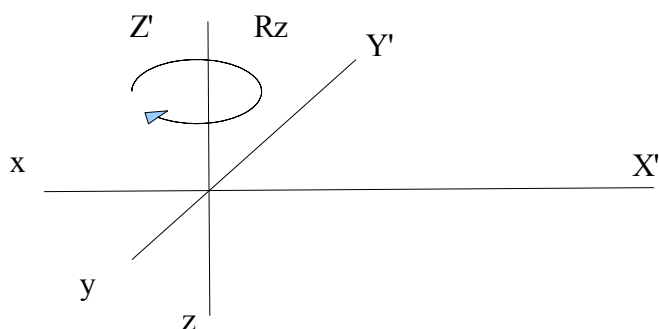
Cependant, nous allons introduire deux variantes dans cette méthodologie.

La question qui se pose est de comparer, avec les principes de la biométrie de similarité, deux visages dont l'un est une vue de face (comme ici avec l'arbre des veines) et l'autre est une vue de profil ou de trois-quart, avec une faible inclinaison.

Pour cela, nous allons définir trois axes pour identifier un espace en trois dimensions (espace euclidien de dimension trois).

Supposons un corps humain en position anatomique, vu de face, bras le long du corps, poignets des mains visibles, nous allons définir tout d'abord, l'axe ( $xx'$ ) représentant l'axe transversal (de gauche à droite), puis l'axe ( $zz'$ ) représentant l'axe cranio-caudal (de la tête aux pieds) et en fin l'axe ( $yy'$ ) d'avant en arrière (comme s'il transperçait le corps humain).

Selon ces trois axes, il existe donc une rotation  $R_z$ , qui s'effectue selon l'axe ( $zz'$ ). Pour notre corps humain, si nous considérons uniquement la tête, une rotation  $R_z$  signifie que la tête tourne de droite à gauche ou de gauche à droite sans être penchée (signe du non par exemple). En terme de vues, il s'agit du passage d'une vue de face à une vue de profil si l'on effectue une rotation  $R_z$  de  $90^\circ$ .



Le peintre effectue sa vue de face. Il s'agit donc d'une projection (car la peinture est en deux dimensions) du visage réel (ou imaginaire) en trois dimensions. Cette projection est donc appelée plan, car elle est de dimension deux, par rapport à l'espace (qui est de dimension trois). Puis il souhaite faire une vue de profil (donc une nouvelle projection, car en dimension deux). Dans les termes mathématiques précédemment donnés, il demande donc au sujet d'effectuer une rotation du



visage (selon l'axe (zz'), il s'agit donc d'une rotation Rz. Puis il peint sa vue de profil en deux dimensions: il s'agit donc d'une projection (d'un visage en trois dimensions) sur un plan (défini par les axes (yy') et (zz')).

La question est de savoir si nous pouvons comparer ces vues de face et de profil. Notre méthode utilise des mesures des distances de points anatomiques. Afin que la comparaison soit pertinente, il faut donc que les distances, et pas uniquement les points anatomiques, soient visibles sur chaque visage.

Or, entre une vue de face et une vue de profil, les segments parallèles à l'axe (zz') sont conservés. Prenons une distance mesurée entre la glabelle et le point sous-nasal (longueur du nez): sur un même sujet, cette longueur sera identique sur les deux vues.

De même avec la longueur entre la palpébrale supérieure et la palpébrale inférieure: les mesures seront identiques pour un même sujet en vue de face et en vue de profil.

Nous pouvons utiliser ces mesures de segments, tous parallèles à l'axe (zz'), qui est aussi l'axe cranio-caudal: nous définirons cette méthode par la méthode des lignes cranio-caudales pour comparer une vue de face et une vue de profil.

Cela signifie qu'il y a uniquement une rotation Rz (signe du non) et que la tête n'est pas penchée en avant ou en arrière.

**La comparaison de l'arbre des veines et de l'Adoration des Mages fera appel à trois lignes cranio-caudales.**

Le second point à apporter à la méthode est l'utilisation des lignes cranio-caudales si l'un des visages est légèrement penché.

En terme de rotation, il s'agit d'une rotation Rx, donc selon l'axe (xx'), la tête est donc penchée d'avant en arrière ou d'arrière en avant (signe du oui par exemple).

Les peintres effectuent donc, en termes mathématiques, des projection en deux dimensions d'une vision en trois dimensions. Pour que les mesures soient comparables, il faut donc retrouver chez un même sujet les mêmes valeurs (il s'agit du gold standard: en effet, la méthode de biométrie de similarité doit retrouver des scores proches de 100% si nous savons que le c'est le même sujet, mais il faut pour cela que les comparaisons entre les différentes vues soient valables).

Or si nous comparons une vue de face avec une vue de la tête penchée en avant (par exemple la longueur nez), les segments selon l'axe (zz') (toujours le longueur du nez), n'auront pas de mesures

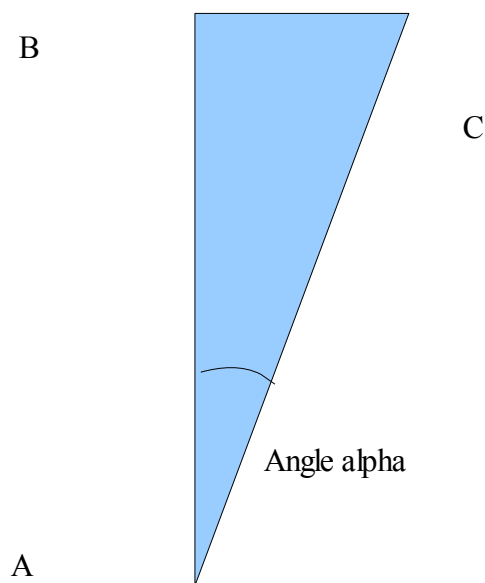
identiques donc comparables. En effet, dans une vue tête penchée, la longueur du nez sera plus courte que dans la vue de face.

Cependant, la biométrie de similarité est une méthode empirique, il est donc possible de spécifier si, pour un angle où la tête est penchée en avant (ou arrière), relativement faible, les mesures sont tout de même fiables.

Nous allons supposer la mesure d'une nez en vue de face. Puis nous prenons cette mesure en vue de face tête inclinée selon un angle alpha.

Le peintre effectue la représentation de la tête inclinée toujours en vue de face.

Nous obtenons la relation suivante entre les différentes mesures:



La longueur AC représente en fait la longueur du nez en vue de face tête non inclinée. La longueur AB représente la longueur du nez après inclinaison de la tête d'un angle alpha.

Afin de savoir si la méthode est adaptée pour un angle alpha petit, il faut que la comparaison entre deux valeurs indiciaires comprenant AB et AC apporte une différence absolue relativement faible.

Ce dernier terme « relativement faible », sera conceptualisée par la valeur bêta que nous expliciterons ultérieurement.

Soit un indice I1 donné par  $AB/G$ , AB longueur du nez en vue inclinée, et G un autre paramètre commun (de même valeur) aux deux vues de face non inclinée et inclinée.

Soit I2 l'indice donné par  $AC/G$ .

Afin que la comparaison soit fiable, il nous faut une différence entre la vue de face non inclinée et celle inclinée qui soit suffisamment faible.

Mathématiquement, cela signifie que la différence des indices I1 et I2 rapportée à I2 doit être

inférieure à bêta (valeur expérimentale dans la limite d'acceptation de la méthode, utilisée en statistiques).

$$\left| \frac{I1 - I2}{I2} \right| < \beta \quad \text{D'où} \quad \left| \frac{\frac{AB}{G} - \frac{AC}{G}}{\frac{AC}{G}} \right| < \beta \quad \text{Or} \quad AB = AC \times \cos(\alpha)$$

D'où  $|\cos(\alpha) - 1| < \beta$  Nous en déduisons pour la valeur positive de alpha  $\alpha = \arccos(1 - \beta)$

Si nous souhaitons une erreur faible pour que les calculs comparatifs d'indices soient possibles, il faut donc un angle dont la mesure est calculée par la formule démontrée, en fonction de l'erreur acceptable définie par l'expert.

Dans notre cas, si l'on considère un bêta de 0,05 (valeur statistique pour laquelle l'approximation reste valable), l'angle obtenu est de 18,19°. Or, le visage de l'*Adoration des Mages* est incliné d'environ 15°. Nous pouvons donc appliquer la méthode des lignes cranio-caudales sans modifier les calculs obtenus car la limite d'approximation obtenue n'est pas dépassée.

## 4- Résultats:

### 4.1 Points faciométriques.

Pour chaque schéma, nous avons trois lignes cranio-caudales: L1 (ligne centrale), L2, ligne de l'œil gauche du visage et L3 ligne de l'œil droit.

Pour la ligne L1: il y a neuf points représentés de A à I (non notés sur chaque visage pour ne pas surcharger le dessin): le A correspond au point le plus haut puis B le point suivant en descendant sur le visage et ainsi de suite.

Pour les lignes L2 et L3: il y a six points numérotés de A à F de haut en bas.

<b>Tableau 1: points faciométriques L1</b>	
A	Point supérieur entre glabellle et trichion
B	Glabelle
C	nasion
D	Point nasal
E	Sous nasal
F	Labial supérieur
G	stomion
H	Labial inférieur
I	menton

A	sourcil
B	Palpébral supérieur cranial
C	Palpébral supérieur caudal
D	Pupillaire central
E	Palpébral inférieur cranial
F	Palpébral inférieur caudal

#### 4.2 Paramètres

(en mm)	Arbre des veines	Adoration des Mages
AB	10,5	6,5
AC	18	11
AD	35	21
AE	42	25
BD	25	15
EI	23,5	17
EG	9	6,5
FH	7,5	6,5
FG	5	3,5
AI	66	42

(en mm)	Arbre des veines	Adoration des Mages
AF	19,5	8,5
AB	6	3
AD	13,5	6
BC	4	1,5
BE	11	3

(en mm)	Arbre des veines	Adoration des Mages
AF	20	9
AB	6,5	4
AD	14	7
BC	4	1,5
BE	10	4



### 4.3 Indices

15 indices au total ont été retenus. Les indices 1 à 7 compris correspondent à L1. Les indices 8 à 11 correspondent à L2 et les 4 derniers indices: 12 à 15 correspondent à L3.

Ceci signifie que les paramètres utilisés de I1 à I7 sont ceux du tableau 3 (pour L1), de I8 à I11 du tableau 4 et de I12 à I15 du tableau 5 (le paramètre AB utilisé pour I1 n'est pas le même que pour I10 par exemple).

<b>Tableau 6: valeurs indiciaires</b>				
Numéro d'indice	Formule	Arbre des veines	Adoration des Mages	Différence
I-1	ABx100/AC	58,33	59,09	0,76
I-2	ABx100/AD	30	30,95	0,95
I-3	ACx100/AE	42,85	44	1,15
I-4	BDx100/AE	59,52	60	0,48
I-5	FGx100/EI	21,27	20,58	-0,69
I-6	FGx100/FH	66,66	53,84	-12,82
I-7	EIx100/AI	35,6	40,47	4,87
I-8	ABx100/AF	30,76	35,29	4,53
I-9	BCx100/BE	36,36	50	13,64
I-10	ABx100/AD	44,44	50	5,56
I-11	BEx100/AF	56,41	35,29	-21,12
I-12	ABx100/AF	32,5	44,44	11,94
I-13	BCx100/BE	40	62,5	22,5
I-14	ABx100/AD	46,42	57,14	10,72
I-15	BEx100/AF	50	44,44	-5,56
N=15		Sigma algébrique =		36,91
Score de similarité = Sigma algébrique /N = 36.91 /15				<b>2,46</b>
% de similarité = 75-76				

### 4.4 Comparaison des valeurs indiciaires (tableau 6)

Le score de similarité (= sigma algébrique/N soit ici : 36.91/15) de 2,46 correspond à une similarité peu importante entre les deux visages: 75-76%

## 5- Discussion:

Les calculs indiciaires sont représentés ci-après sous forme graphique, permettant de montrer les différences fondamentales entre les indices des deux visages.

A cet effet nous allons afficher les quinze indices des deux visages (tableau 7).

Numéro d'indice	Arbre des veines	Adoration des Mages
I1	58,33	59,09
I2	30	30,95
I3	42,85	44
I4	59,52	60
I5	21,27	20,58
I6	66,66	53,84
I7	35,6	40,47
I8	30,76	35,29
I9	36,36	50
I10	44,44	50
I11	56,41	35,29
I12	32,5	44,44
I13	40	62,5
I14	46,42	57,14
I15	50	44,44

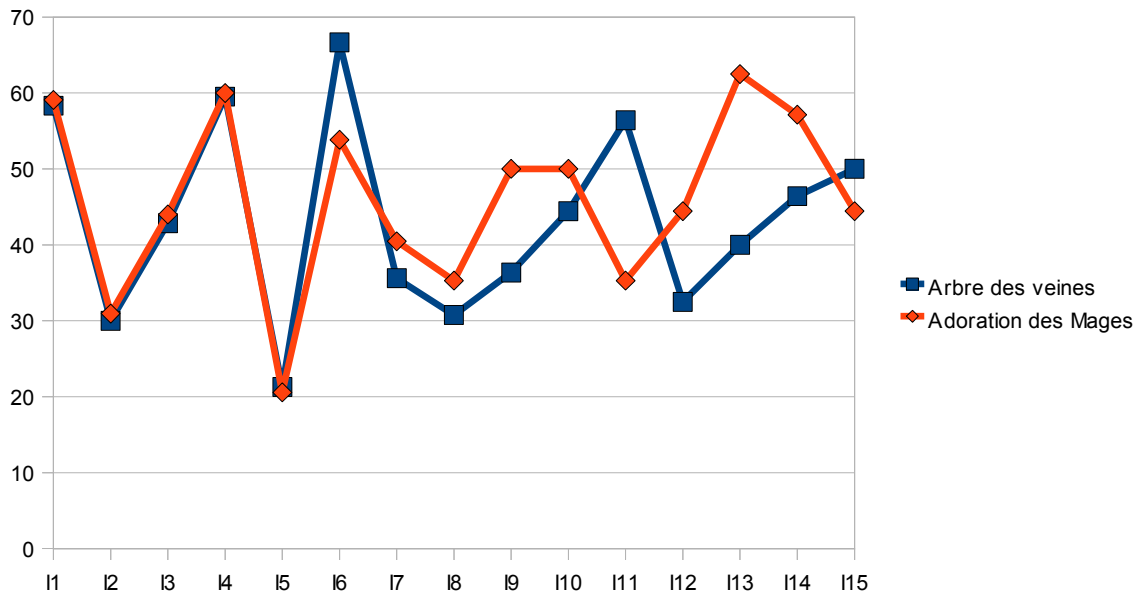
**Tableau 7: récapitulatif des indices**

### *Analyse graphique:*

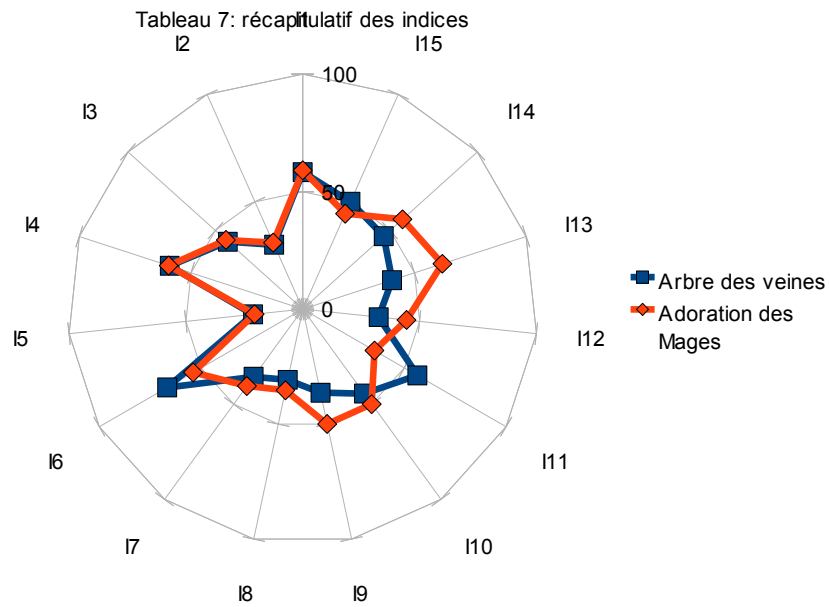
Le premier diagramme représente les lignes-points de chaque visage. Des écarts importants sont observés notamment pour les indices I9, I11 et I13.

Le diagramme 2 en étoile montre ces mêmes différences, marquées aussi pour I12.

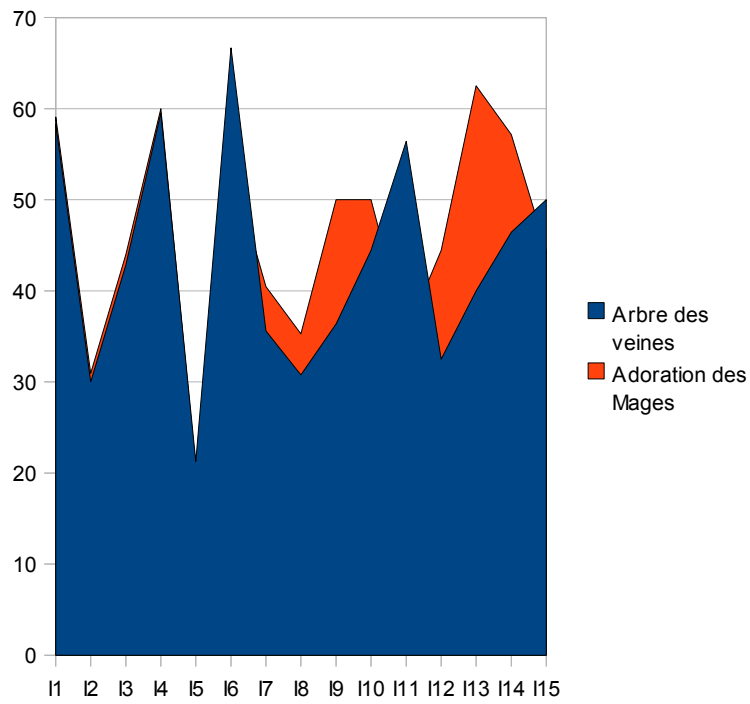
**Diagramme 1: courbes lignes-points des indices**



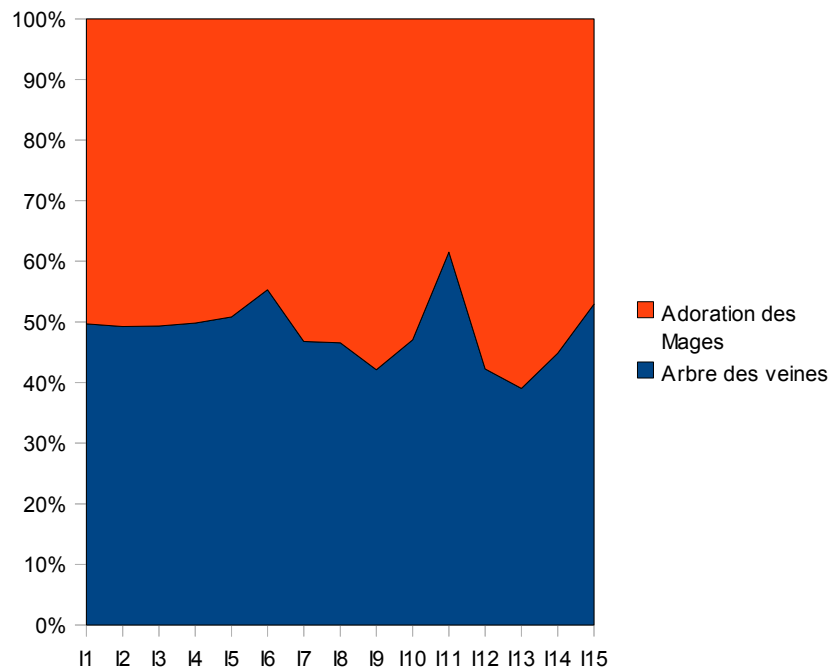
**Diagramme 2: toile des indices**



**Diagramme 3: aire des courbes d'indices:**



**Diagramme 4: pourcentage des valeurs indiciaires**





Les diagrammes 3 et 4 sur les aires des courbes d'indices permettent de mettre en évidence les différences entre les deux visages. Les indices I9, I11, I12 et I13 sont particulièrement différents. Ces indices appartiennent aux paramètres des lignes L2 et L3: il s'agit des yeux.

## 6- Conclusion:

Selon le contexte précédemment étudié, Laurenza a évoqué une date autour de 1480 pour l'*Arbre des Veines* alors qu'actuellement ce dessin est daté du début des années 1490. L'un de ses arguments est la similitude avec l'un des visages de l'*Adoration des Mages*, tableau de Vinci daté de 1481. **Bien que les deux visages présentent effectivement une morphologie assez proche, la biométrie de similarité ne permet pas d'attester une ressemblance suffisante pour envisager une datation plus précoce de l'*Arbre des veines*.**

## Bibliographie:

- [1] Arasse D., 2003, *Léonard de Vinci, le rythme du monde*, Hazan, Paris
- [2] Chastel A., 2002, *Léonard ou les sciences de la peinture*, Liana Lévi, Paris
- [3] Gombrich E.H., 1998, *Histoire de l'art*, Gallimard, Paris, 690p
- [4] Kenneth C., 2005, *Léonard de Vinci*, livre de poche, Paris, première édition 1939
- [5] Landrus M., 2006, *Les trésors de Léonard de Vinci*, Editions Sélection du Reader's Digest, Bagnaux, 66p
- [6] Laurenza D., 2010, *Léonard de Vinci, Anatomie*, Gründ, Paris, 192p
- [7] MacCurdy E., 1942, *Les carnets de Léonard de Vinci*, Tel, Gallimard, tome 1
- [8] MacCurdy E., 1954, *Les carnets de Léonard de Vinci*, Tel, Gallimard, tome 2
- [9] Pedretti C., 1957, *Studi vinciani*, Droz, Genève
- [10] Pedretti C., 1962, *A chronology of Leonardo da Vinci's architectural studies after 1500*, Librairie Droz, Genève
- [11] Pedretti C., 1973, *Leonardo: A study in chronology and style*, Berkeley
- [12] Pedretti C., 1983, *Léonard de Vinci Architecte*, Electa Moniteur, Paris

- [13] Pedretti C., 1997, *Le codex Leicester*, Musée du Luxembourg, Paris
- [14] Perrot R., 2007, Biométrie faciale et expertise d'oeuvres d'art, *Paléobios*, volume 15
- [15] Poreau B., 2010, *L'héritage culturel grec dans les œuvres d'Ingres : une application de la biométrie de similarité*. Mémoire de l'UE d'Anthropologie (sous la direction de R. Perrot), 60p.
- [16] Poreau B. & Perrot R., 2011, Un exemple d'application de la biométrie de similarité au domaine artistique : le dessin MI 867.3285 de Jean Auguste Dominique Ingres lui a-t'il servi d'essai pour sa peinture les Ambassadeurs d'Agamemnon (1801)? *Paleobios*, 16, 9p.
- [17] Vinci L. (de), première édition 1499, *Traité de la peinture*, traduction italienne, 1651, Fréard de Chambray R.,

Sites internet:

<http://www.royalcollection.org.uk/eGallery/object.asp?maker=12196&object=912597&row=573>

<http://www.culture.gouv.fr/documentation/joconde/fr/pres.htm>