

Léonard de Vinci : de l'esquisse à la géométrie interne du *Carton de Burlington House*

Leonardo da Vinci: from the sketch to the internal geometry of the *Burlington House Cartoon*

Jean-Pierre Crettez¹

¹ Chercheur émérite à Télécom-Paristech

RÉSUMÉ. Le British Museum possède un folio contenant sous forme d'esquisse, un dessin préparatoire pour le carton de la Sainte Anne de Burlington House. Malgré les ressemblances, les différences entre les deux compositions montrent comment Léonard a su doter d'une géométrie interne, l'esquisse transférée sur un carton, et réaliser ainsi le Carton de Burlington House.

ABSTRACT. The British Museum holds a folio containing, in sketch form, a preparatory drawing for the cartoon of *Saint Anne of Burlington House*. Despite the similarities, the differences between the two compositions show how Leonardo was able to endow an internal geometry, the sketch transferred to a cartoon, and thus achieve the *Cartoon of Burlington House*.

MOTS-CLÉS. architecture, commensurabilité, construction interne, esquisse, géométrie interne, géométrie secrète, maillage harmonique, mouvement, stylisation des formes.

KEYWORDS. architecture, commensurability, internal construction, sketching, internal geometry, secret geometry, harmonic mesh, movement, stylization of forms.

Introduction

Le mouvement, son observation, l'origine de sa formation, sa mise en œuvre technique,..., sa représentation par une forme qui se déplace ou qui se développe, est un élément essentiel de l'œuvre de Léonard. Réciproquement, pour Léonard, la perception de la forme est d'abord l'observation instantanée d'un mouvement. La forme n'est pas celle d'un objet fixe, mais celle qu'il perçoit dans l'instant où elle est produite par un processus mouvant ou mobile. «*Léonard cherche les formes à travers leur formation...* ¹ ».

Dans chacune de ses œuvres, Léonard a cherché à montrer le mouvement de l'esprit des figures, et en particulier leur vie intérieure. Dans une note du codex Atlanticus, Léonard précise: "*Une peinture ou toute représentation de figure doit être de façon que ceux qui la voient puissent aisément connaître, par les attitudes, les mouvements de l'"âme"* ². Léonard choisit de représenter son personnage dans l'un des instants qui s'écoulent lorsque ce dernier passe d'une attitude à une autre. «*Ce changement d'attitude s'effectue par la conjugaison de plusieurs mouvements, chacun animé de vitesse différente : le mouvement du buste, celui de la tête, celui du regard, mais aussi celui des muscles faciaux qui engendrent le sourire. Le spectateur regardant le tableau, s'attend ainsi à percevoir l'instant d'après, ce qui semble donner vie au modèle* ³. » Pour représenter cet instant Léonard commence par tracer une courbe fermée suggérant l'aspect global de la tête du

¹ D. Arasse : [1] *Léonard de Vinci* p. 17

² Léonard de Vinci:[11] C. A. 139 r. d, Codex Atlanticus, conservé à la Bibliothèque Ambrosienne de Milan.

³ Crettez J-P.,[2], § 8.2.3

personnage. Nous avons appelé *forme première*⁴ cette courbe de forme elliptique. Son centre coïncide avec le centre de gravité de la tête.

Bien plus, de manière très originale, il est convaincu qu'il existe une correspondance entre la plastique du mouvement dans la nature et le mouvement de la main qui dessine . « *On le constate par exemple dans son approche du dessin préparatoire où la forme finale est dégagée du chaos originel qu'ont progressivement accumulé l'entrelacs et la superposition des gestes de la main, suscitant la forme à même la feuille*⁵ ». Ainsi le maître effectue d'abord un dessin préparatoire, en traçant avec sa main gauche plusieurs esquisses des contours des éléments de la scène et des personnages. De la superposition de toutes ces lignes, Léonard dégage des courbes, ou plutôt des portions de courbe, de forme idéale, initiatrices de la formation originelle des contours des éléments de la scène. Léonard va chercher à structurer, voire à styliser, le contour des formes dessinées sur l'esquisse par des formes géométriques. Car, Léonard est persuadé que les formes qui nous entourent sont le résultat géométrique de forces créées par la nature. Elles peuvent être modélisées, de façon parfaite, par des courbes géométriques simples. Pour Léonard, ces formes créées par la nature ne sont pas aléatoires, elles sont dues à la Nécessité⁶.

Léonard a utilisé sa méthode originale « du mouvement de la main » dès les années 1481-1483 pour tracer sur une même feuille recto-verso les deux esquisses de *La Vierge à l'Enfant avec un chat*, et dégager ainsi les contours beaux et harmonieux.

Dix ans plus tard, sur une feuille conservée au British Museum (figure 1) n° inv. 1875,0612.17r., parmi d'autres motifs, Léonard de Vinci, appliquant la même stratégie, en passant et repassant avec sa main gauche, a fini par tracer une tache illisible où l'on ne distingue plus rien. Mais en plaçant sous le dessin un support frotté au charbon de bois, il a réussi avec un stylet, à extraire et à tracer sur le verso de la feuille (figure 2), les contours dynamiques d'un groupe (transposé latéralement) de quatre personnages : sainte Anne au centre, la Vierge assise sur ses genoux portant l'Enfant Jésus, et à droite Saint Jean-Baptiste enfant. Cette esquisse maintenant bien connue, est généralement considérée comme un dessin préparatoire pour le carton de la *Sainte Anne de Burlington House* (figure 3).

⁴ Crettez J-P.[4], – *D'un simple dessin de Léonard de Vinci aux formes premières*.

⁵ D. Arasse : [1] *Léonard de Vinci* p. 17

⁶ Léonard de Vinci: [9], Forster III, 43v.



Figure 1. La feuille de dessin du British Museum n° inv. 1875,0612.17r (26 x19,7 cm)



Figure 2. Verso du dessin du British Museum

L'étude présentée ici tente de reconstituer les étapes de la démarche créative empruntée par Léonard pour passer du dessin préparatoire du *British Museum* au carton de la *Sainte Anne de Burlington House*, ou pour passer de l'esquisse à la *géométrie interne* de cette œuvre.

Le carton de *Burlington House* ou *Sainte Anne, la Vierge, l'Enfant Jésus et saint Jean-Baptiste enfant* est un carton de Léonard de Vinci. Il est conservé à la National Gallery depuis 1962. Il constitue une étape dans ses études autour du thème de la «Sainte Anne trinitaire», qu'il a effectuées pour la *Sainte Anne* du Louvre.



Figure 3. Le carton de Burlington House

Le carton a pour dimensions $141,5 \times 106,5$ cm. Il est constitué de huit feuilles d'environ 55×47 cm, dont les bords ont été collés en les superposant sur environ 7,5 cm, mais le carton devait être à l'origine plus large. Le carton n'a jamais été reproduit car il ne porte aucune trace de perforation ou d'incision.

Le dessin a été réalisé au fusain ou à la pierre noire, avec des rehauts de craie blanche. Mais alors que les visages et les bustes sont parfaitement achevés avec des effets d'ombrage grâce au sfumato, les autres parties comme les coiffures et les pieds des femmes sont juste contournés et les éléments du paysage sont à peine esquissés. (Ce fini allié au non fini est une caractéristique de l'art de Léonard).

Le 3 avril 1501, Fra Pietro da Novellara envoyé par Isabelle d'Este auprès de Léonard, lui répond : « *depuis qu'il est revenu à Florence Léonard a fait l'esquisse d'un carton. Ce carton représente le Christ âgé d'environ un an, qui tente de s'échapper des bras de sa mère...* » Fra Pietro da Novellara, constate même combien : « *il est excédé par le pinceau car il travaille ardemment à la géométrie* »⁷. De quelle géométrie s'agit-il ? Le dessin ne comporte aucune ligne droite, aucune configuration rectiligne, rendant difficile la recherche de la *géométrie interne*. Que nous apporte l'analyse du dessin préparatoire du *British Museum* ?

Le dessin préparatoire du British Museum

Sur le dessin du *British Museum* (figure 1), n° inv. 1875,0612.17r., Léonard de Vinci a esquissé, parmi d'autres motifs, un groupe assez confus de quatre personnages : sainte Anne au centre, la Vierge assise sur ses genoux portant l'Enfant Jésus, et à droite Saint Jean-Baptiste, enfant. Le groupe des 4 personnages est encadré par quelques lignes formant un rectangle. En tenant compte des dimensions de la feuille de dessin ($26 \times 19,7$ cm), nous pouvons estimer que les dimensions du rectangle seraient de l'ordre de $13,2 \times 9,5$ cm. Pourquoi Léonard a-t-il tracé ce rectangle ? Comment l'a-t-il tracé ? Quel format lui a-t-il donné ?

Léonard a tracé ce rectangle parce qu'il avait l'intention de transférer son esquisse sur un carton ("cartoon") de plus grande taille afin de constituer un patron pour réaliser un futur tableau. Nous appelons carton **H**, cet hypothétique carton. Nous faisons seulement l'hypothèse que ce carton **H** devait avoir des dimensions voisines de celle du carton de la *Sainte Anne* de *Burlington House* de la National Gallery ($141,5 \times 106,5$ cm). Un tel transfert nécessitait un agrandissement du dessin de l'esquisse d'un facteur **k**, légèrement supérieur à 10.

Le compas de réduction ("divider")

Pour effectuer un tel changement d'échelle, Léonard disposait d'un instrument pratique et ingénieux : le compas de réduction. Ce dernier est un cas particulier des compas de proportion, Léonard l'a décrit dans le folio 4r du Codex Forster 1⁸ (figure 4). Le compas de réduction est composé de deux branches qui se croisent, et dont les extrémités sont des pointes sèches. Chaque branche est percée de trous ou d'une glissière. Les branches sont fixées entre elles par une vis pivot. Le compas de réduction présente deux écartements proportionnels : un petit écartement **u** et un grand écartement **U**, tels que $U = ku$. On ajuste la valeur du facteur de changement de taille **k** en changeant la position de la vis. Le compas de réduction peut ainsi assurer la correspondance entre une mesure **u** prise sur l'esquisse et la mesure **U** correspondante prise sur le carton, et réciproquement.

⁷ Vincent Delieuvin [8]

⁸ Léonard de Vinci., [9], Codex Forster I, 4r.

Mais, pour transférer le dessin de son esquisse sur ce carton **H**, Léonard a probablement pensé utiliser le principe de la mise au carreau⁹. La mise au carreau est une technique de quadrillage, très ancienne, déjà utilisée par les Égyptiens, pour permettre ou faciliter la copie d'une œuvre avec un changement d'échelle d'un facteur **k**. L'image originale est quadrillée de lignes perpendiculaires, tracées régulièrement, formant un pavement de carreaux. Le carton sur lequel sera reproduite l'image, est quadrillé de la même manière, proportionnellement avec le même nombre de carreaux dont la taille est **k** fois plus grande. Il suffit alors de reporter les tracés intérieurs au carreau c_{ij} de la ligne *i* et de la colonne *j* de l'esquisse, dans le carreau correspondant C_{ij} de la ligne *i* et la colonne *j* du carton **H**. La mise au carreau constitue une partition régulière du plan ou une tessellation : elle permet de respecter ainsi les formes du dessin: leur position et leurs dimensions relatives.



Figure 4. Compas de réduction et sa vis écrou.
(folio 4r du Codex Foster1)

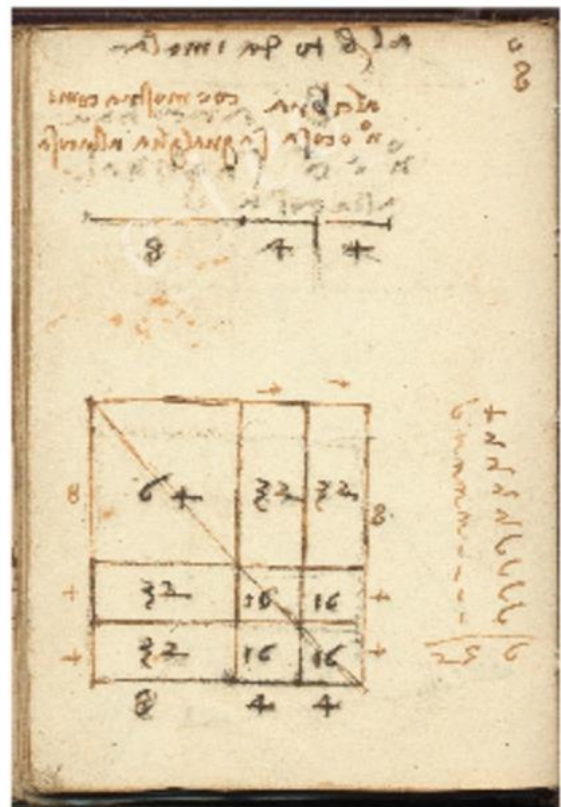


Figure 5. Quadrillage d'un carré (16x16).
(folio 75v du Manuscrit K de l'Institut de France)

Comme tous les peintres de cette époque, Léonard savait quadriller le plan. Le folio 75v du Manuscrit K de la Bibliothèque de l'Institut de France¹⁰ (figure 5) donne un exemple de quadrillage concernant l'intérieur d'un carré. Dans ce carré, Léonard a procédé par dichotomies successives: plus exactement, il a divisé le carré en 4 petits carrés égaux, puis a divisé chacun d'eux encore en 4, et ainsi de suite. Il a ainsi obtenu un pavement 16x16 de 256 carreaux. Ensuite, pour présenter un exemple de partage du plan, Léonard a regroupé (figure 5) ces carreaux : en un carré 8x8 de 64 carreaux, 4 rectangles doubles-carrés 4x8 de 32 carreaux (soit 128 carreaux), puis 4 carrés 4x4 de 16 carreaux (soit encore 64 carreaux). Il y avait donc un total de 256 carreaux (comme il l'a mentionné figure 5 en bas à droite).

⁹ Crettez J-P.,[2], § 2.3

¹⁰ Léonard de Vinci.,[10], Manuscrit K, Bibliothèque de l'Institut de France, folio 4r
© 2022 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr

Lorsqu'il s'agit de partitionner une surface rectangulaire, il est possible d'effectuer une partition régulière avec des carreaux carrés, mais on peut aussi concevoir une partition régulière avec des carreaux rectangulaires proportionnels à cette surface rectangulaire. En particulier, lorsque cette surface est un *rectangle harmonique* ou rectangle au format $\sqrt{2}$, les petits carreaux rectangulaires sont des petits *rectangles harmoniques*.

Le maillage

Les droites perpendiculaires comme celles qui délimitent les carreaux, forment une grille régulière adaptée au cadre. Elles déterminent une structure linéaire que l'on appelle maillage¹¹. Les mailles de cette grille correspondent aux carreaux, et les intersections des droites perpendiculaires sont les nœuds du maillage. Ils forment un ensemble de points régulièrement répartis qui permettent à l'artiste de positionner les éléments picturaux. La mise au carreau est un procédé qui permet de copier une œuvre. Elle est postérieure à l'œuvre, tandis que le maillage lui est antérieur.

Avec ses mailles et ses nœuds, le maillage sert de support à la *géométrie interne* de l'œuvre. Suivant la forme de la maille, le maillage peut être un maillage carré, un maillage rectangulaire, ou un *maillage harmonique*¹².

Le cadre de l'esquisse

Envisageant de transférer son esquisse sur le carton **H** pour constituer un patron, Léonard avait probablement commencé par préparer le carton **H** en collant plusieurs feuillets¹³ de papier, puis en traçant sur cette surface de papier, un rectangle au format et à la taille correspondant au futur tableau, et enfin, effectué une partition régulière de ce rectangle. Il lui suffisait alors de transposer proportionnellement ce rectangle et sa partition sur le folio, pour entourer l'esquisse et la mettre au carreau.

Léonard a d'abord tracé à la craie blanche, sous l'esquisse, une ligne droite (la ligne 2) inclinée par rapport au bord du folio (figure 6). Puis il a pris son compas réducteur et lui a donné le facteur de réduction **k** qu'il avait estimé précédemment. Il a ouvert ce compas de manière à ce que l'écart **U** entre les extrémités soit égal à la largeur d'une maille du rectangle dessiné sur le carton : ce qui lui donne la valeur **u**. Il a alors porté à partir de **A**, 16 unités **u** sur la ligne 2, déterminant ainsi le segment **AB**. Le point **B** étant trop à gauche, il a été amené à modifier le facteur **k**.

Un peu plus bas, il a tracé la ligne 4 passant par **C** et parallèle à la ligne 2. À partir de ce point **C**, il a mené la ligne 5 perpendiculaire à la ligne 4, grâce à deux arcs de cercles centrés en **D** et son symétrique **D'** (non représenté). Cette perpendiculaire n'est pas parallèle aux 2 lignes de points verticaux. Enfin il a tracé encore plus bas, la ligne 6 parallèle à la ligne 4. Puis il a griffonné une nouvelle bordure à gauche.

¹¹ Crettez J-P., [2], § 2.3.

¹² Crettez J-P., [2], § 2.3

¹³ Le *Carton de Burlington House* est composé de huit feuillets disposés en deux rangées de 4, et dont les bords se superposent partiellement afin d'obtenir une grande surface de papier de plus d'un mètre de large.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Sainte_Anne,_la_Vierge,_l%27Enfant_J%C3%A9sus_et_saint_Jean-Baptiste_enfant



Figure 6. *Construction du cadre autour de l'esquisse*

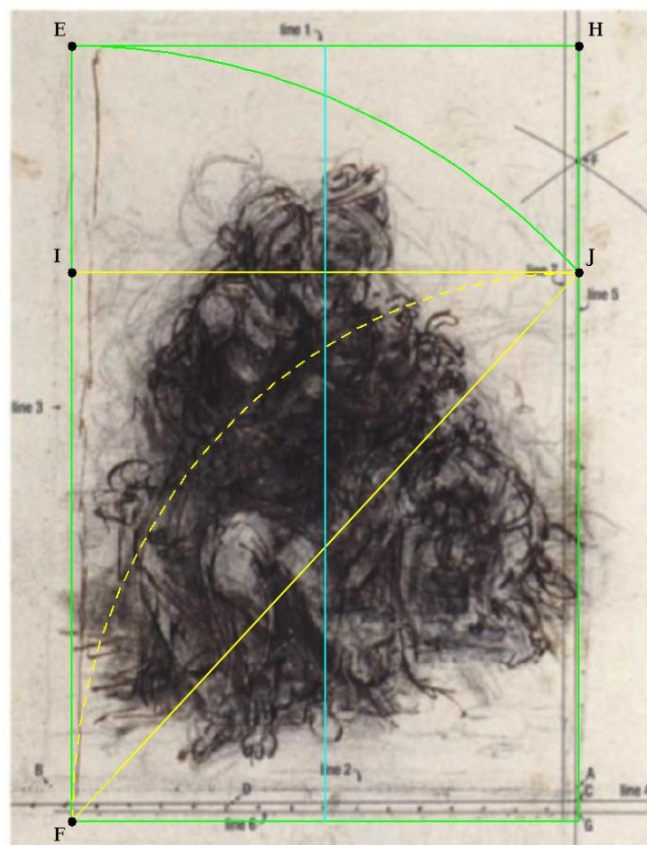


Figure 7. *Le cadre tracé par Léonard est un rectangle harmonique*

À l'aide de son compas réducteur, Léonard a reporté (figure 7) 16 unités **u** sur la ligne 6, divisant la largeur **FG** en 16 espaces réguliers. Sans changer ni le facteur **k**, ni l'ouverture de son compas réducteur, il a mesuré la hauteur du rectangle dessiné sur le 'carton': 24 unités **U** plus une demie. Grâce au compas réducteur, il a reporté le même nombre d'unités **u** correspondantes sur les lignes verticales 5 et 7. Finalement Léonard a constitué le rectangle **EFGH**, constituant le cadre recherché de l'esquisse.

Malgré ces ajustements, ou grâce à ces ajustements, Léonard a construit quelque chose de très précis, pour encadrer ce maelström. «*However we might reconstruct Leonardo's thought during these repeated adjustments and remeasurements, he was clearly trying to accomplish something very precise around the maelstrom.*¹⁴ »

Bien plus, Léonard a choisi de placer le cadre rectangulaire de telle sorte que l'axe vertical médian passe par l'œil droit de sainte Anne (figure 7), comme il avait fait passer (en 1474) par l'œil droit de Ginevra de'Benci¹⁵ l'axe vertical médian de son portrait, et comme il fera passer par l'œil gauche de la Joconde¹⁶, l'axe vertical médian de son portrait. ».

Le cadre de l'esquisse est un *rectangle harmonique*.

Le rectangle **EFGH** tracé par Léonard, est tel que la largeur vaut **FG = 16 u** et la hauteur **GH = 22,5 u**, soit sensiblement **1,414 x 16 u = 22,63**. Ce qui montre que le cadre choisi par Léonard est *rectangle harmonique* ou rectangle dont le format (longueur/largeur) est égal à $\sqrt{2}$.

Nous pouvons vérifier géométriquement (figure 7) qu'il s'agit bien d'un *rectangle harmonique*. Il suffit de tracer le carré **GFIJ** de côté **a = FG**. La hauteur **h = FE** du rectangle est égale à la diagonale **FJ = a√2** de ce carré. Cette méthode basée sur la diagonale du carré, pour tracer un *rectangle harmonique* est très ancienne, elle est citée dans le *De Architectura* ou l'*Art de bien bâtir* de Vitruve Pollion¹⁷. Elle devait être connue de Léonard. Peut-être l'a-t-il utilisée pour dessiner préalablement le rectangle du futur carton **H**?

¹⁴ Martin Kemp.,[6], *Drawing the Boundaries in « Leonard de vinci master draftsman »* édité par Carmen C. Bambac, Metropolitan Museum of Art. (2003). Martin Kemp a étudié la démarche effectuée par Léonard pour construire le cadre entourant (figure 6) l'enchevêtrement des 4 personnages, nous nous en sommes fortement inspiré, en respectant sa numérotation, et en apportant la notion de maillage.

¹⁵ Crettez J-P.,[2], §.8.2.3.1

¹⁶ Crettez J-P.,[2], §.8.2.3.5

¹⁷ Vitruve Pollion.,[12] , *Architectura ou Art de bien bâtir*, traduit par J. Martin , Jacques Gazeau, Paris, 1547.

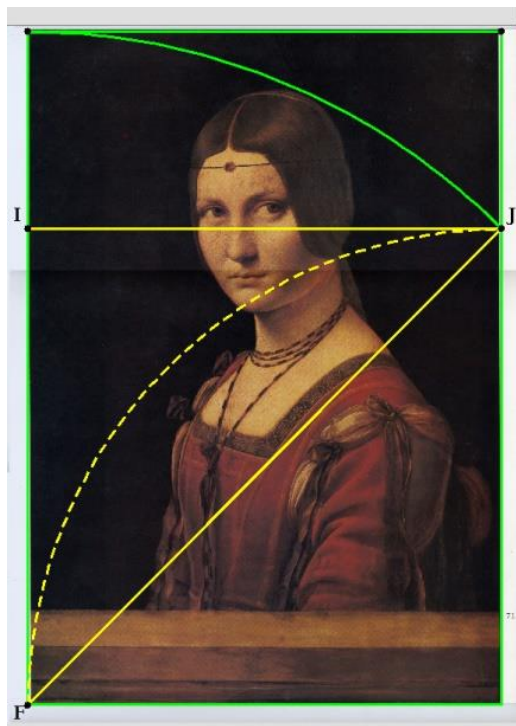


Figure 8. *La Belle Ferronnière*

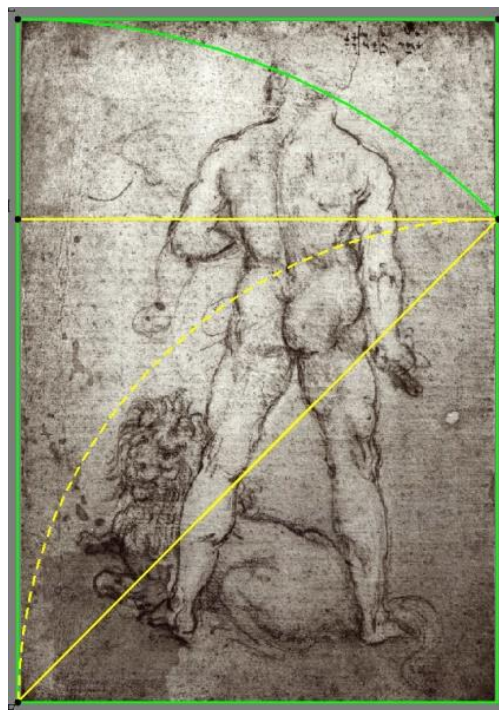


Figure 9. *Hercule et le lion de Némée*

Les peintres de la Renaissance Italienne ont souvent peint leurs tableaux suivant le *format harmonique*¹⁸. Léonard a peint entre 1495 et 1497 *La Belle Ferronnière*¹⁹ sur un panneau en bois de noyer (63,5 x 44,6 cm) en lui donnant le format $\sqrt{2}$ (figure 8). Puis vers 1504-1508, il nous a laissé *Hercule et le lion de Némée*, dessin contenu dans un cadre au format $\sqrt{2}$ (figure 9). Il semblait donc logique que Léonard ait été tenté de choisir un *format harmonique* pour son futur tableau, comme il le fera plus tard pour la *Joconde*.

Le verso du dessin du British Museum

Mais, devant la complexité du maelström (figure 7), rendant difficile la lecture du dessin, Léonard a d'abord préféré extraire les grandes lignes de l'esquisse avant d'effectuer sa mise au carreau. En plaçant sous le dessin, un support frotté au charbon de bois, il a transcrit à l'aide d'une pointe sèche les contours des personnages de son esquisse sur le verso du folio du British Museum. Ce verso est référencé n° inv. 1875,0612.17v. (figure 10). Mais, ce transfert produit une image de l'esquisse qui est symétrique par rapport à une verticale (figure 11). La Vierge qui était à la droite de sainte Anne se trouve maintenant à sa gauche. On remarquera toutefois que lors du tracé du rectangle, la pointe du compas réducteur a traversé la feuille en chacun des points, de telle sorte que les rangées de points sont également visibles sur le verso (figure 11).

¹⁸ Crettez J-P.,[2] §.2

¹⁹ Crettez J-P.,[2], §.8.2.3.4



Figure 10. Verso du dessin du British Muséum

Pour redresser l'image de l'esquisse, Léonard a probablement effectué un nouveau transfert. En plaçant sous l'image transposée, un nouveau folio sur un support frotté au charbon de bois, il a transféré à l'aide d'une pointe sèche les grandes lignes, et ainsi réalisé l'image affinée de l'esquisse (figure 12). La Vierge est revenue à la droite de sainte Anne.



Figure 11. Verso de l'esquisse: l'image est symétrique



Figure 12. Esquisse du nouveau folio

Mise au carreau de l'esquisse

Dans ce nouveau transfert, il a aussi marqué les points correspondant à ceux laissés par les pointes du compas réducteur, afin d'avoir des repères qui lui permettent de tracer le cadre et d'effectuer la mise au carreau de l'esquisse de ce nouveau folio (figure 13) en quadrillant l'intérieur du cadre rectangulaire, par des lignes perpendiculaires espacées d'une distance égale à **u**. L'esquisse est ainsi partitionnée par un pavement constitué de 16 fois 23 carreaux carrés dont le côté est égal à **u**.

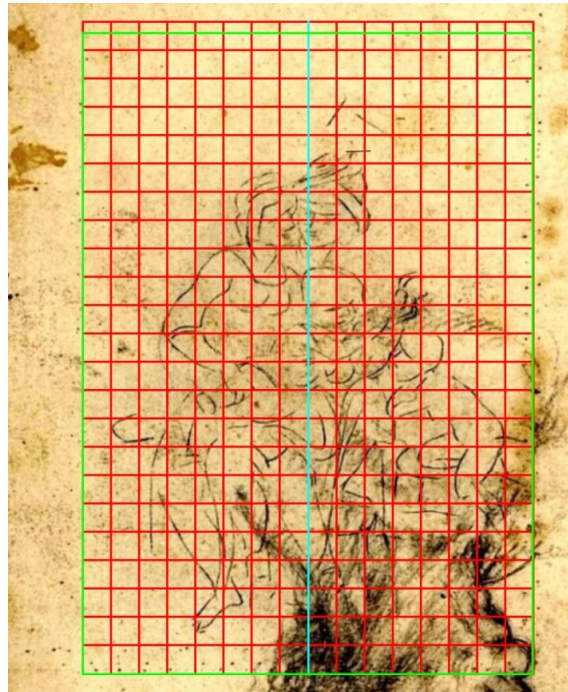


Figure 13. *Mise au carreau de l'esquisse du nouveau folio*

Transfert de l'esquisse du nouveau recto sur le carton H

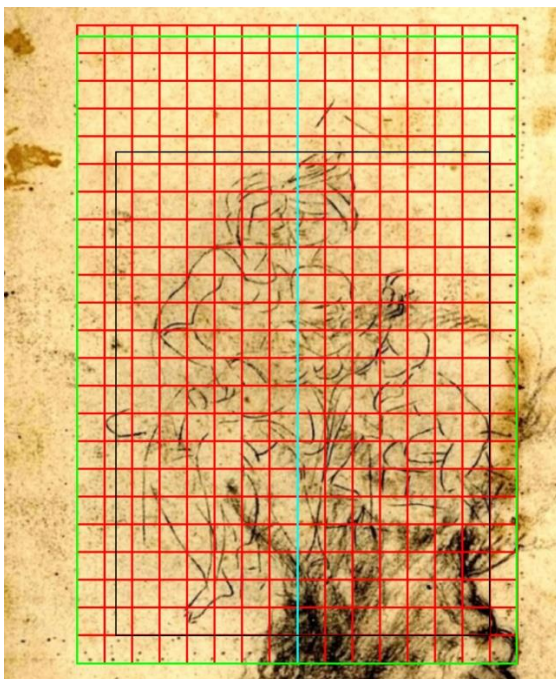


Figure 14. *Carton H, ébauche de la composition*

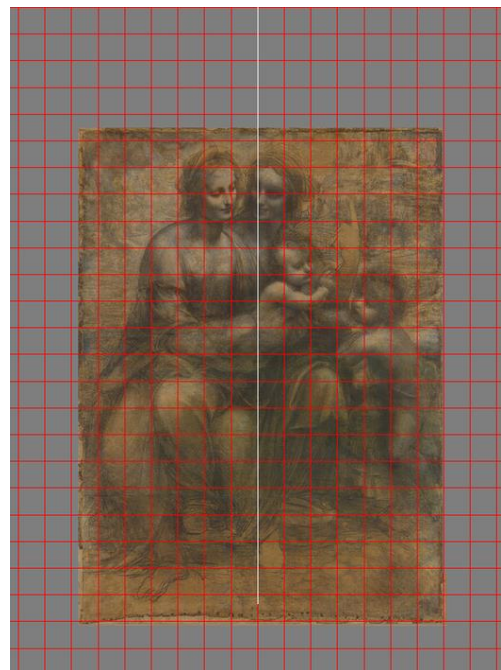


Figure 15. *Carton de Burlington House*

Pour transférer l'esquisse de ce nouveau folio sur le carton **H**, Léonard a commencé par dessiner sur ce carton **H**, un maillage constituant une partition proportionnelle à celle tracée sur l'esquisse avec des mailles carrées dont le côté est égal à $U = ku$, où **k** est le facteur de grandissement. Puis, il a transféré carreau par carreau sur le carton **H**, les grandes lignes de l'esquisse de ce nouveau folio, et obtenu ainsi l'ébauche de la composition (figure 14).

Carton H : Ébauche de la composition

Cette ébauche qui a maintenant la taille souhaitée d'un tableau, montre que la scène esquissée par Léonard se déroule dans un espace très inférieur à celui délimité par le *rectangle harmonique* (figure 14). Léonard en tiendra compte dans le carton de Burlington House de la National Gallery, où il a cherché une représentation plus concentrée de la scène, abandonnant l'idée de *rectangle harmonique*. Sur le carton **H**, Léonard peut maintenant corriger les formes et réajuster leurs positions.

Comparaison du carton H et du carton de Burlington House de la National Gallery

Afin d'effectuer la comparaison entre l'ébauche de la composition de l'esquisse transférée sur le carton **H** et le carton de *Burlington House* de la National Gallery, nous avons préalablement déterminé le facteur d'agrandissement **k** de telle sorte que le groupe des quatre personnages soit du même ordre de grandeur sur le carton **H** que sur le carton de *Burlington House de la National Gallery*. Et pour faciliter cette comparaison, nous avons simulé (figure 15) sur le carton de *Burlington House de la National Gallery* le maillage qui correspond à celui tracé sur le carton **H**.

À première vue, mise à part l'absence de paysage sur le carton **H**, les compositions sont semblables. Cependant, les personnages du carton **H** sont à peine esquissés, tandis que ceux du carton de la National Gallery sont plus aboutis. Bien plus nous pouvons observer plusieurs différences concernant la position et la forme des personnages.

La tête de Marie et celle de sainte Anne

L'esquisse montre que Léonard, cherchant à réaliser une composition pyramidale, avait rapproché les deux têtes : celle de Marie et celle de sainte Anne. Ces deux têtes tournées de trois-quarts, l'une vers l'autre, évoquent la recherche d'une symétrie.

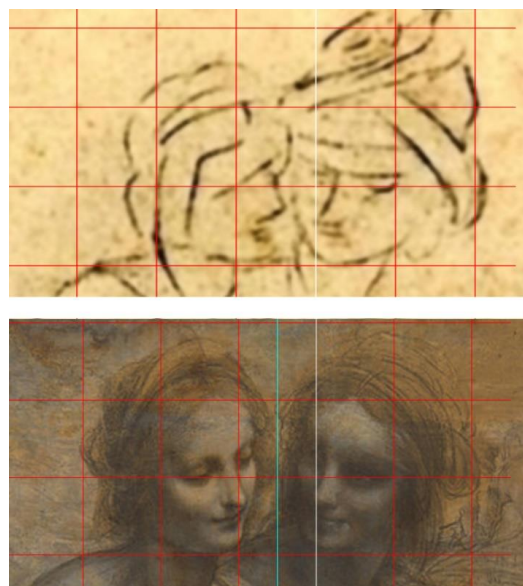


Figure 16. Comparaison partielle des deux cartons : Marie et sainte Anne

Sur le carton de la National Gallery, Léonard a augmenté l'espace entre Marie et sa mère d'environ une demi-maille vers la gauche. Les deux femmes ont perdu leur coiffe (figure 16). Elles sont représentées de façon symétrique la tête tournée l'une vers l'autre, et paraissent toutes les deux aussi jeunes et presque semblables. « Dans le carton de Londres, les corps et les têtes des deux mères sont placés à la même hauteur, mais l'artiste a assis la Vierge à moitié sur les jambes de sainte Anne, comme dans les compositions verticales. Ce renouvellement de l'iconographie... transforme étrangement les deux mères en sœurs siamoises, d'autant que leurs visages paraissent également juvéniles »²⁰. Ce déplacement de la tête de Marie vers la gauche et la symétrie apparente, montrent que Léonard a déplacé l'axe vertical médian d'une demi-maille vers la gauche et qu'il a utilisé un maillage deux fois plus fin (figure 17). La nouvelle maille a pour largeur $m = U/2$.

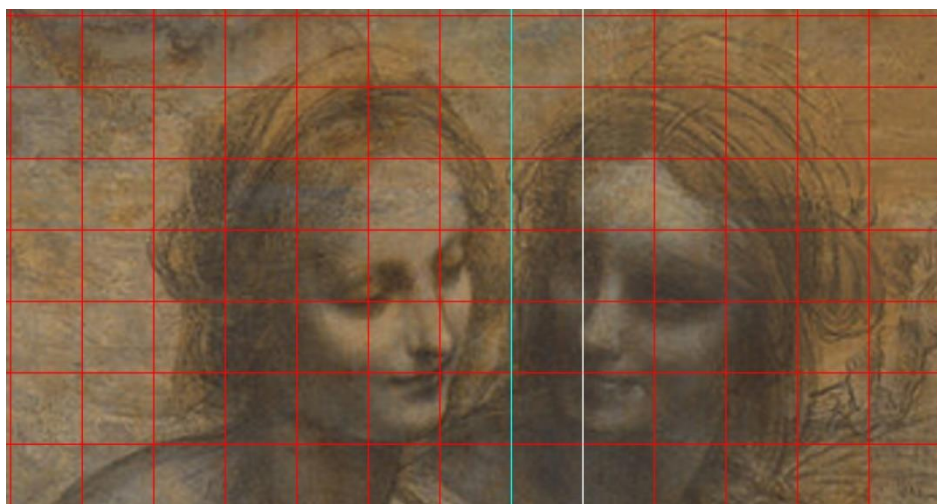


Figure 17. Représentation partielle du carton de Burlington House : Marie et sainte Anne

Éléments de la géométrie interne de la tête des deux femmes

La chevelure des deux femmes est maintenue par un ruban (figure 17). Le ruban de la chevelure de Marie présente la forme d'un arc de 160° qui appartient à une ellipse centrée sur la pupille de son œil droit, en O_1 sur un nœud du maillage. Cette ellipse est inclinée de 8° vers la droite (figure 18). Elle a pour paramètres : $a = 2m\sqrt{2}$, $b = f = 2m$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. Suivant notre nomenclature²¹, c'est une ellipse de type 1²².

De même, le ruban de la chevelure de sainte Anne présente la forme d'un arc de 160° qui appartient à une ellipse centrée sur la pupille de son œil gauche, en O_2 sur un nœud du maillage. Cette ellipse est inclinée de 8° vers la gauche. Elle a pour paramètres : $a = 2m\sqrt{2}$, $b = f = 2m$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est aussi une ellipse de type 1.

²⁰ Vincent Delieuvin [8]

²¹ Crettez J-P.,[5] - *Léonard de Vinci et le tracé des formes elliptiques*. Openscience- Arts-et-Sciences 2021, Vol. 5, n°2.

²² L'ellipse de type 1 est une ellipse dont la distance focale est égale au demi petit axe : $f = b$, et d'excentricité $1/\sqrt{2} = 0,707$. Cette ellipse se situe dans l'ensemble des ellipses, précisément à la limite entre les ellipses allongées ($f < b$) et les ellipses arrondies ($f > b$). (voir Crettez J-P.,[3])

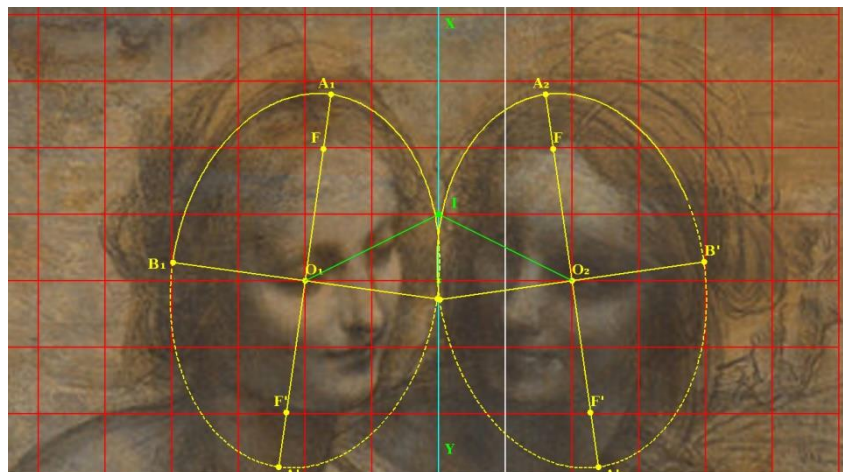


Figure 18. La forme première de la tête de Marie et celle de la tête de sainte Anne sont symétriques

Ces deux ellipses sont égales, elles sont disposées symétriquement par rapport à l'axe vertical médian **XY**. Elles constituent respectivement la *forme première*²³ de la tête de Marie et celle de la tête de sainte Anne.

Le visage de Marie et celui de sainte Anne

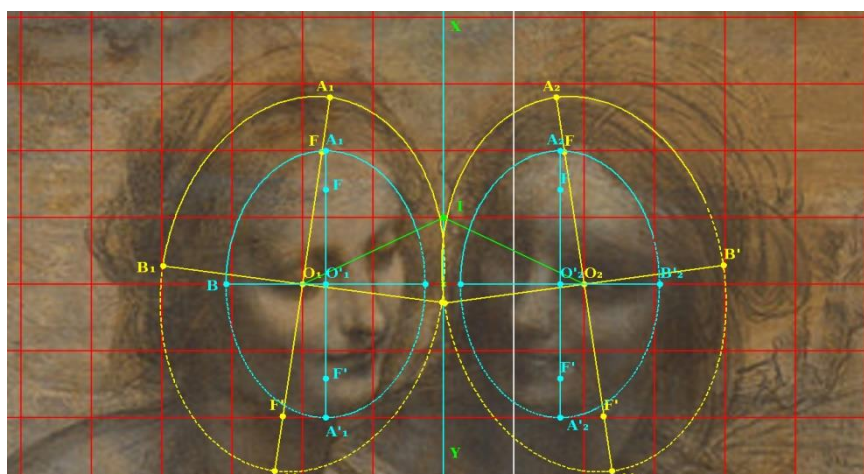


Figure 19. Le visage de Marie et celui de sainte Anne sont disposés de façon symétrique

A l'intérieur de ces *formes premières*, Léonard va préciser la position et la forme de leur visage (figure 19). Le visage de Marie est délimité par une ellipse centrée en **O'1** à 1/3 de maille à droite de **O1**, (parce que la tête est tournée de trois quarts) Elle est orientée verticalement. Elle a pour paramètres : $a = 2m$, $b = f = m\sqrt{2}$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est aussi une ellipse de type 1.

De même, le visage de sainte Anne est délimité par une ellipse centrée en **O'2** à 1/3 de maille à gauche de **O2**. Elle est orientée verticalement. Elle a pour paramètres : $a = 2m$, $b = f = m\sqrt{2}$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est aussi une ellipse de type 1.

Ces deux ellipses sont égales, elles sont disposées symétriquement par rapport au nouvel axe médian **XY**.

²³ Crettez J-P.,[4]- D' un simple dessin de Léonard de Vinci aux formes premières.

Pour Marie, comme pour sainte Anne, l'ellipse de la *forme première* et celle du visage sont semblables, le rapport de leur surface est égal à 2, elles sont *consonantes* et résonnent à l'octave.

Les lignes des yeux **O₁I** et **O₂I** tracées sur le maillage sont symétriques.

La forme naît du mouvement

Mais la différence la plus importante entre l'ébauche de la composition du carton **H** et le carton de *Burlington House* de la National Gallery est le resserrement du bras droit de Marie contre son corps. Marie accompagne, tout en le retenant, le mouvement transversal de rotation de Jésus vers son cousin Jean Baptiste. «*Ce qui caractérise le processus en cours dans la feuille du British Museum, c'est l'amplification progressive du mouvement de l'Enfant, son rapprochement de saint Jean Baptiste...*²⁴». Ce mouvement de l'Enfant entraîne le mouvement tournant de Marie vers la droite. Plus tard, le mouvement de Marie sera encore amplifié dans le tableau du Louvre : *Sainte Anne, la Vierge et l'Enfant*.

Léonard décrit ce mouvement du buste de Marie par un arc d'ellipse de 155°, partant de son cou, contournant son épaule et descendant du haut de sa manche droite jusqu'au coude. Cet arc se continue par un autre arc d'ellipse de 105° dessinant le bord de son avant-bras.

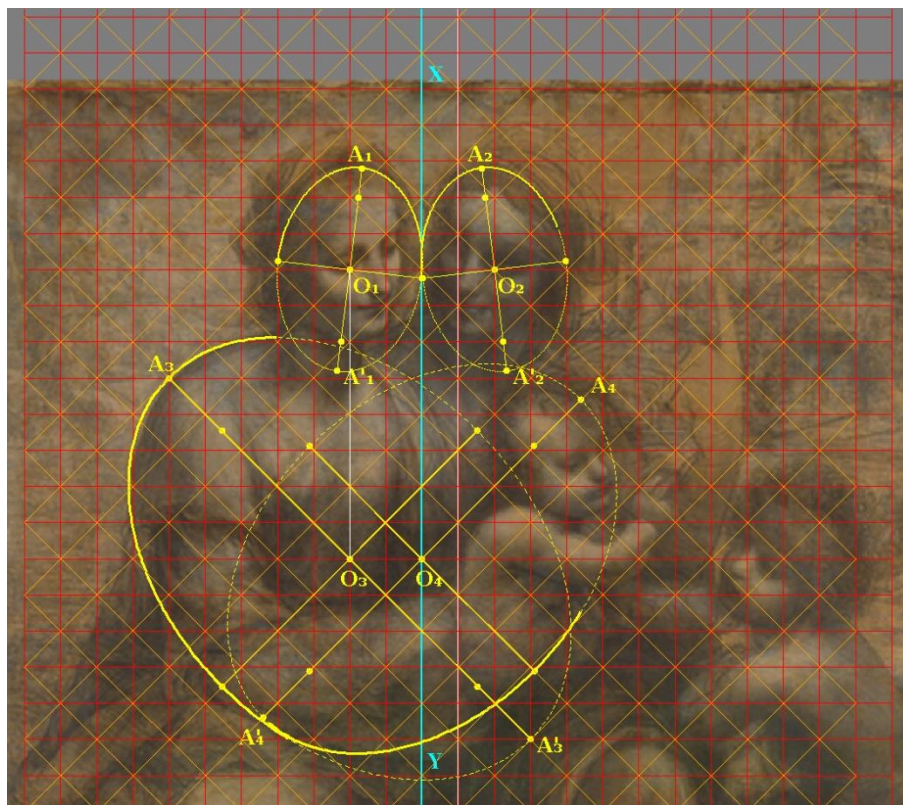


Figure 20. Le mouvement de l'épaule et du bras de Marie portant l'Enfant

Le premier arc appartient à une ellipse centrée en **O₃** sur un nœud du maillage situé sur la verticale passant par l'œil droit de Marie. Cette ellipse est inclinée de 45° vers la gauche (figure 20). Elle a pour paramètres : **a** = **5m**√2, **b** = **f** = **5m**. Son excentricité vaut **ε** = **f/a** = **1/√2**. C'est une ellipse de type 1.

²⁴ D. Arasse : [1] *Léonard de Vinci* p. 350

Le deuxième arc appartient à une ellipse centrée en O_4 sur un nœud du maillage sur l'axe vertical médian. Cette ellipse est inclinée de 45° vers la droite. Elle a pour paramètres : $a = 4,4m\sqrt{2}$, $b = f = 4,4m$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est à nouveau une ellipse de type 1.

Maillage oblique

Les grands et les petits axes de ces deux ellipses sont orientés à $+ ou - 45^\circ$. Ils nous suggèrent l'utilisation par Léonard d'un maillage carré incliné à 45° (figure 20). Le côté de la nouvelle maille est simplement égal à la diagonale de la maille précédente, il vaut $m' = m\sqrt{2}$. Les points O_1, O_2, O_3, O_4 sont des nœuds de ce nouveau maillage.

L'Enfant

La comparaison entre l'ébauche de la composition du carton **H** et le carton *de Burlington House* de la National Gallery montre que l'Enfant a été déplacé vers la droite de la largeur d'une maille m . Son bras gauche s'appuie sur l'épaule de saint Jean Baptiste.

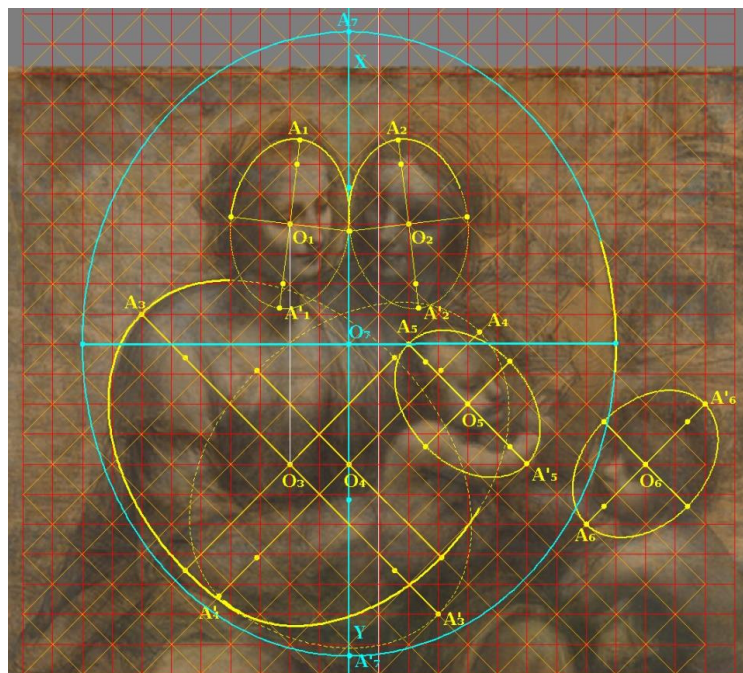


Figure 21. La tête de l'Enfant et celle de saint Jean Baptiste

La tête de l'Enfant et le mouvement de son bras droit bénissant saint Jean-Baptiste peuvent être circonscrits par une ellipse centrée en O_5 sur un nœud du maillage (figure 21). L'ellipse est inclinée de 45° vers la gauche (figure 21). Elle a pour paramètres : $a = 2m\sqrt{2}$, $b = f = 2m$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est aussi une ellipse de type 1.

Saint Jean Baptiste

La comparaison entre les deux cartons montre que Jean-Baptiste se tient plus droit, il s'appuie sur la jambe gauche de sainte Anne. Sa tête est décalée d'une demi-maille vers le haut et de la largeur d'une maille m vers la droite. La *forme première* de la tête de Jean-Baptiste est une ellipse centrée en O_6 sur un nœud du maillage. L'ellipse est inclinée de 45° vers la droite (figure 21). Elle a pour paramètres : $a = 2m\sqrt{2}$, $b = f = 2m$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/\sqrt{2}$. C'est encore une ellipse de type 1.

Harmonie visuelle

Les ellipses correspondantes aux *formes premières* et aux deux arcs modélisant le contour de l'épaule et du bras de Marie, sont respectivement centrées en O_1, O_2, \dots, O_6 . Ce sont toutes des ellipses ou des portions d'ellipse de type 1. Elles sont semblables et consonantes entre elles, elles contribuent à l'*harmonie visuelle* de la scène.

La main gauche de sainte Anne

Dans le carton de la *Sainte Anne* de *Burlington House*, Léonard a introduit une innovation originale : entre les deux têtes d'enfant, il a dressé le bras gauche de sainte Anne dont la main malgré l'erreur de proportion (elle est trop grande par rapport à son corps) porte l'index pointé vers le ciel, figurant le destin du Christ (figure 21). «*Indissociable de son regard tourné vers Marie, le geste de sainte Anne, pointé vers le ciel, suffit en effet à indiquer le sens supérieur du jeu des deux enfants (...): ce qui se joue entre ces deux bambins n'est rien moins que la divinité du Messie incarné, connue par le dernier des prophètes.*²⁵»

La courbure du doigt qui se prolonge par le dos de la main gauche de sainte Anne, peut être approchée par une grande ellipse centrée en O_7 sur l'axe vertical médian (figure 21). L'ellipse a pour paramètres : $a = 18m/\sqrt{3}$, $b = 9m$, $f=9m/\sqrt{3}$. Son excentricité vaut $\varepsilon = f/a = 1/2$. Elle est plutôt arrondie. C'est une ellipse de type 4, comme celle qui constituera la *forme première* de la tête de la *Joconde*²⁶ (1503).

Cette ellipse offre un cadre magnifique à la *Sainte Trinité terrestre* : sainte Anne, la Vierge et son fils Jésus. Ce groupe familial est appelé la *Sainte Anne Trinitaire*. Jean-Baptiste ne faisant pas partie de ce groupe, est représenté à l'extérieur de ce cadre.

Modifications particulières

Léonard, ingénieur, constructeur d'automates, ayant étudié l'anatomie humaine, connaissait la position des muscles, leurs forces, les mouvements et les contre-mouvements que ces forces peuvent entraîner, il était convaincu que cette mécanique humaine pouvait être représentée par une structure géométrique, de la même façon que les formes engendrées par ces mouvements pouvaient être modélisées par des courbes géométriques.

Ainsi, toutes les modifications concernant la position et la forme des éléments picturaux que nous avons observées lors de la comparaison entre l'esquisse du carton **H** et le carton de *Burlington House* montrent que Léonard a cherché à ré-élaborer l'ébauche pour lui attribuer une structure géométrique.

Géométrie interne de la composition

En effet, Léonard a relié ces *formes premières*, suivant un schéma géométrique précis. Il a situé les centres O_1, O_2, \dots, O_6 de ces différentes ellipses sur les côtés de deux triangles rectangles isocèles TO_3O_6 et $O_1O_3A'_5$ tracés sur le maillage (figure 22). Ces deux triangles ont un sommet commun le nœud O_3 . Ce nœud O_3 est un point important de la composition, il est le centre du contour extérieur de l'épaule et du bras de Marie tendue vers la droite dans son effort pour maintenir l'Enfant.

²⁵ D. Arasse : [1] *Léonard de Vinci* p. 351

²⁶ Crettez J-P., [2], § 8.2.3.5

Plus précisément, il a situé les centres O_1 , O_5 , des *formes premières* de Marie et de l'Enfant sur l'hypoténuse du triangle rectangle isocèle $O_1O_3A'_5$, et les centres O_2 , O_6 , des *formes premières* de sainte Anne et de Jean-Baptiste sur l'hypoténuse du triangle rectangle isocèle TO_3O_6 . Ces deux hypoténuses sont orientées à 45° comme la diagonale d'un carré, elles sont orientées comme le grand axe de l'ellipse centrée en O_3

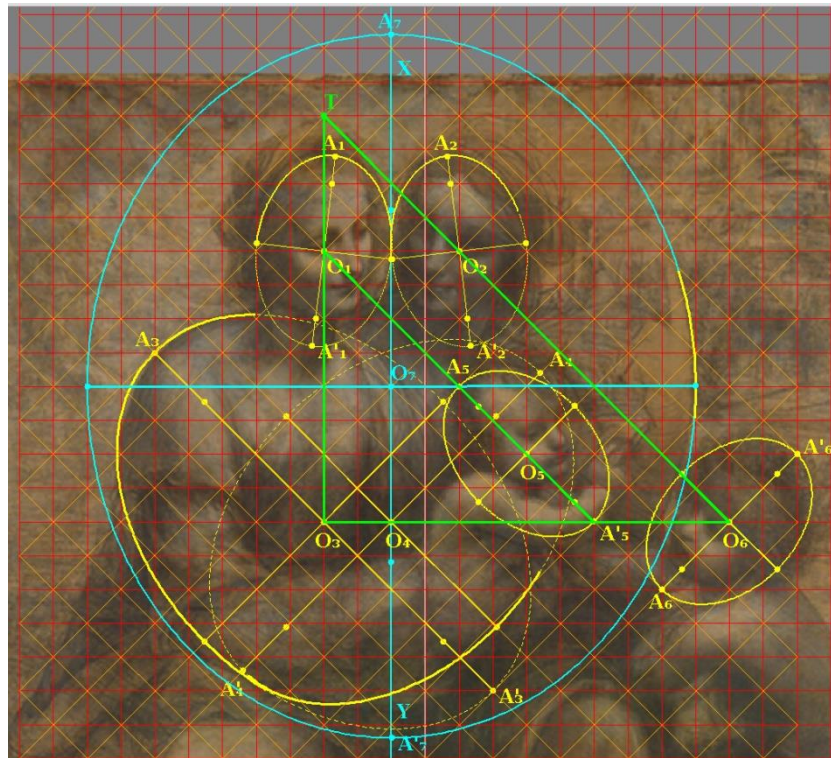


Figure 22. *Géométrie de la composition*

Le côté horizontal du grand triangle rectangle part du centre O_3 et se dirige vers le centre O_6 de la *forme première* de la tête de Jean Baptiste. Il correspond à la direction du mouvement de l'Enfant. Tandis que le côté vertical de ce grand triangle qui part du point O_3 (centre de gravité du corps de Marie ?) et qui passe par le centre O_1 de sa tête, correspond à une position d'équilibre, et de stabilité.

Les trois figures sainte Anne, Marie et Jésus sont souvent représentées par une forme pyramidale. Tout se passe comme si dans cette composition, le mouvement de l'enfant déplaçant vers la droite la base de cette forme pyramidale, lui avait donné la forme d'un triangle rectangle.

Ainsi, en attribuant une structure géométrique aux éléments picturaux et en les reliant géométriquement, Léonard a doté le dessin du carton **H** d'une *géométrie interne* tout en conservant la disposition de la scène. Il a ensuite réactualisé l'intérieur des *formes premières*, précisé l'orientation et le contour de la tête de chaque personnage, son visage, sa chevelure et enfin ses yeux en ajustant la position des pupilles pour préciser la direction du regard.

Le regard

Car le regard des personnages, avec sa direction et son intensité permet aux peintres de dévoiler les mouvements de l'âme. C'est le regard horizontal O_2O_1 et plein de compassion de sainte Anne sur sa fille, le regard anxieux de Marie porté sur son fils suivant l'hypoténuse O_1O_5 , et le regard déjà conscient de Jésus porté sur son cousin Jean Baptiste.

Transfert du carton H sur le Carton de Burlington House.

Léonard a-t-il transféré tous ces changements et ces ajustements sur un nouveau carton, appelé le carton de *Burlington House* de la National Gallery, ou les a-t-il effectués directement sur le carton **H** qui serait ainsi devenu le carton de *Burlington House* de la National Gallery?

De toute façon, le maître a alors appliqué sur le carton de *Burlington House*, toute sa virtuosité, pour parvenir à un rendu parfait des visages et des drapés comme les manches de Marie, par les effets d'ombrage et de sfumato, alors que les autres parties sont à peine ébauchées. En réalité, le carton de *Burlington House* est plus qu'un carton, c'est une œuvre peinte, même si elle est restée inachevée. Léonard a préféré reprendre ce thème dans le tableau du Louvre, en représentant la même scène, mais saisie quelques instants plus tard, juste au moment où l'Enfant met les pieds sur le sol, symbolisant «*la descente sur terre du Dieu incarné...*»²⁷

Conclusion

La scène représentée sur le *Carton de Burlington House* ne comporte aucune ligne droite, aucune configuration rectiligne, seul le rythme des formes courbes traduit l'interaction entre le mouvement et l'équilibre des personnages, rendant difficile la recherche de la *géométrie interne*.

Or, le British Muséum possède un folio contenant un dessin préparatoire pour ce carton de la *Sainte Anne* de *Burlington House*. Sur ce dessin, Léonard, en encadrant le groupe des quatre personnages par un rectangle dont certains côtés sont perforés de quelques points régulièrement espacés a visiblement cherché à transcrire cette partie de son dessin sur un carton dans un rectangle partitionné. Simulant cette transcription nous avons obtenu l'ébauche de sa composition. Les différences que nous avons observées entre l'esquisse du carton **H** et le carton de *Burlington House* montrent que Léonard a cherché à ré-élaborer l'ébauche pour lui conférer une *géométrie interne* que nous avons pu mettre en évidence.

Grâce à la *géométrie interne*, Léonard a représenté, à un instant donné, dans une disposition harmonieuse, les attitudes et les états d'âme de chacun des personnages suscités par le mouvement du Christ enfant pressé d'accomplir sa mission.

Finalement, «*l'interaction, le rythme et la vie émanant de la succession des mouvements effectués par les personnages du Carton de la Burlington House, donnent à voir une harmonie naturelle qui reflète la dynamique des états d'âme de chacun d'entre eux, et fait de ce carton l'un des chefs-d'œuvre de la Renaissance.*»²⁸

Bibliographie

- [1] Arasse D., Léonard de Vinci, Edition Hazan, Paris, 1993.
- [2] Crettez J-P., Les supports de la géométrie interne des peintres : de Cimabue à G. de La Tour. Éditions ISTE (2017).
- [3] Crettez J-P., - *Géométrie interne du «Salvator Mundi»*. Openscience- Arts-et-Sciences 2019, Vol. 3, n°1.
- [4] Crettez J-P.,-*D'un simple dessin de Leonard de Vinci aux formes premières*. Openscience-Arts-et-Sciences 2019, Vol. 4, n° 4.
- [5] Crettez J-P.,-*Léonard de Vinci et le tracé des formes elliptiques*. Openscience- Arts-et-Sciences 2021, Vol. 5, n°2.
- [6] Hohenstatt Peter., - *Léonard de Vinci*, Ullman, 2007

²⁷ Arasse D. : [1], *Léonard de Vinci* p.359

²⁸ Hohenstatt, Peter.,[6]

- [7] Kemp Martin., *Drawing the Boundaries in «Leonard de Vinci master draftsman»* édité par Carmen C. Bambac, *Metropolitan Museum of Art*. (2003).
- [8] Delieuvin Vincent., -« *Mélancolie et joie* », dans Vincent Delieuvin (commissaire), Louis Frank (commissaire), *Léonard de Vinci* (catalogue de l'exposition au musée du Louvre), Paris-Vanves, Louvre éditions – Hazan.
- [9] Léonard de Vinci., codex Forster.
- [10] Léonard de Vinci., Manuscrit K, Bibliothèque de l'Institut de France.
- [11] Léonard de Vinci., codex Atlanticus.
- [12] Vitruve Pollion., *Architectura ou Art de bien bâtir*, traduit par J. Martin, Jacques Gazeau, Paris, 1547.