

0 La naissance de la perspective

histoires de géométrie

La naissance de la perspective

du miroir au point de fuite

Ah! L'invention de la perspective! Un des triomphes de la Renaissance. À moins que, comme d'habitude euh...

Pour une fois, commençons par la légende.



hist-math.fr

Bernard YCART

1 Cathédrale Santa Maria del Fiore (Florence, 1420)

Cathédrale Santa Maria del Fiore (Florence, 1420)

Filippo Brunelleschi (1377-1446)

Le début de cette légende, c'est Filippo Brunelleschi; l'architecte génial qui a réalisé l'exploit de construire un dôme de 45 mètres de diamètre pour la cathédrale de Florence, sans échafaudage, en disant: « Dieu, à qui rien n'est impossible, ne nous abandonnera pas ». Il avait raison, mais sans ses astuces de construction, Dieu n'aurait peut-être pas suffi.



2 Tavoleta (reconstitution, Museo Galileo)

Ce Filippo Brunelleschi est l'inventeur de la perspective. Et pour vérifier sa géométrie, il a aussi inventé un dispositif astucieux.

Sa « Tavoleta », dont vous voyez ici une reconstitution, était double. L'une des deux parties portait un miroir percé d'un œilleton, l'autre la peinture d'un édifice. De sorte qu'on pouvait faire coïncider à l'œil, la peinture et l'image réelle de l'édifice sur le miroir.

Sauf que Brunelleschi n'a jamais rien écrit, que l'on n'a aucune peinture de lui, que la reconstitution que vous voyez est basée sur des écrits postérieurs d'un bon demi siècle, et que l'on n'a jamais trouvé comment réaliser cette expérience pour de bon.

Tavoleta (reconstitution, Museo Galileo)

Filippo Brunelleschi (1377-1446)



3 Leon Battista Alberti (1404–1472)

Le prochain sur la liste est Leon Battista Alberti. Il apparaît assez souvent dans ces histoires. Pour un savant universel de son ampleur, c'est un peu normal. Nous en parlons ici pour son livre « De la peinture » paru en 1435. Voici les premières phrases.

« Voulant écrire sur la peinture en ces brefs commentaires, nous emprunterons aux mathématiciens, afin de rendre notre parler plus clair, tout ce qui paraîtra s'appliquer à notre sujet. »

Mais un peu plus loin :

« Nous penserons avoir bien fait, si à la lecture les peintres comprennent entièrement cette matière, difficile assurément, et dont personne, que je sache, n'a jusqu'à présent rien écrit. Je prie donc qu'on ne considère pas cette œuvre comme celle d'un mathématicien, mais bien d'un peintre. »

4 Linea del centro

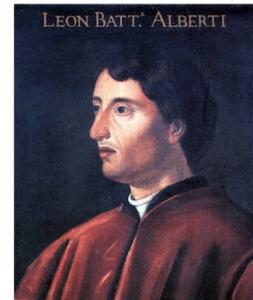
C'est en géomètre, que Alberti explique sa technique pour contruire un tableau. Ayant choisi le cadre rectangulaire, il trace une horizontale au tiers inférieur, la ligne du centre. Il place le centre sur cette ligne, ce sera ce que nous appelons le point de fuite. Puis, il rejoint les points d'une division régulière du côté inférieur, au point de fuite.

5 Linea del centro

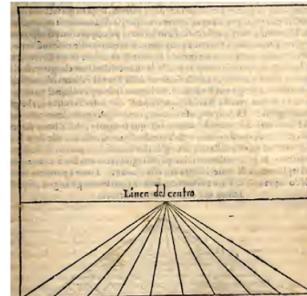
Ensuite, il place des parallèles à la ligne du centre. La difficulté consiste à les placer à distances décroissantes, de manière que les diagonales elles aussi convergent. Le mot quadrangulus incrit en haut signifie que Alberti représente des carrés au sol. Au point de convergence des diagonales, un œil, avec le mot « pyramide » est représenté. C'est la pyramide des rayons visuels qui embrassent la scène.

Évidemment, Alberti est conscient que sa construction demande un minimum de calculs.

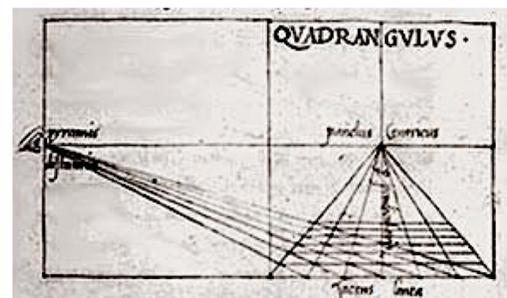
Leon Battista Alberti (1404–1472)
De pictura (1435)



Linea del centro
Alberti, De pictura (1435)



Linea del centro
Alberti, De pictura (1435)



6 Clairs et faciles à l'aide de la géométrie

« En effet, les premiers éléments, d'où découlent tout l'art de la peinture, deviennent clairs et faciles à l'aide de la géométrie. Quant à moi, je pense que ni les premiers enseignements, ni aucune règle de peinture, ne peuvent être saisissables aux gens étrangers à la géométrie ; aussi affirmé-je que les peintres ne doivent la négliger sous aucun prétexte. »

Mais tout de même, Alberti garde un autre atout dans sa manche.

7 Underweysung der Messung (1525)

Cet outil, c'est le perspectographe. On l'attribue en général à Dürer à cause de la gravure que vous voyez, mais Alberti, un siècle auparavant, est parfaitement clair sur la description. Écoutez-le.

« Applique-toi donc à cette opération, pour laquelle je ne sache pas qu'on puisse trouver rien de mieux que ce voile auquel j'ai coutume, avec mes amis, de donner le nom d'intersecteur. C'est moi qui en ai inventé l'usage.

Je tends sur un cadre un voile de fil très fin et tissé très lâche, de n'importe quelle couleur, divisé en carrés égaux parallèles au cadre par des fils plus gros ; je l'interpose entre mon œil et ce que je veux représenter, de façon à ce que la pyramide visuelle pénètre au travers du voile par l'écartement des fils. »

C'est bien l'outil que représente Dürer.

Donc pour la théorie, on ne peut rien enlever à Alberti. Il est le premier à avoir exposé la perspective linéaire, le premier à avoir décrit un outil pour l'appliquer. Oui mais la pratique ? Il a bien dû peindre puisqu'il le dit, mais il ne reste aucun tableau de lui. Il reste bien des monuments dont il a été l'architecte, mais pas l'ombre d'une toile.

8 Piero della Francesca (1420–1492)

Le prochain peintre mathématicien du quattrocento, c'est Piero della Francesca, dont vous voyez un autoportrait présumé. Lui aussi fait d'assez fréquentes apparitions dans ces histoires. C'est lui dont l'élève Luca Pacioli, a largement pillé son traité de l'abaque pour sa propre *Summa Arithmetica*. La « Divine Proportion » de Luca Pacioli et Léonard de Vinci utilise aussi le traité sur les polyèdres réguliers de della Francesca.

Il existe un troisième traité de ce dernier, et cette fois-ci personne ne l'a plagié.

Clairs et faciles à l'aide de la géométrie

Alberti, *De pictura* (1435)

En effet, les premiers éléments, d'où découlent tout l'art de la peinture, deviennent clairs et faciles à l'aide de la géométrie. Quant à moi, je pense que ni les premiers enseignements, ni aucune règle de peinture, ne peuvent être saisissables aux gens étrangers à la géométrie ; aussi affirmé-je que les peintres ne doivent la négliger sous aucun prétexte.

Underweysung der Messung (1525)

Albrecht Dürer (1471–1528)



Piero della Francesca (1420–1492)



9 De prospectiva pingendi (ca 1480)

De la perspective en peinture. C'est tout le premier ouvrage entièrement dédié à la perspective, et della Francesca va beaucoup plus loin que Alberti dans la théorisation géométrique.

De prospectiva pingendi (ca 1480)

Piero della Francesca (1420-1492)



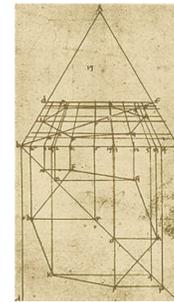
10 De prospectiva pingendi (ca 1480)

Là où Alberti évacuait volontiers les justifications mathématiques en prétendant parler en peintre, della Francesca ne fuit pas les difficultés, et il écrit en géomètre.

Pourtant, il a laissé beaucoup plus de traces comme peintre qu'Alberti. Et il a véritablement appliqué ses théories géométriques à sa propre peinture.

De prospectiva pingendi (ca 1480)

Piero della Francesca (1420-1492)



11 La flagellation du Christ (ca 1460)

Regardez ce tableau. Il est conçu comme une figure géométrique. La scène principale s'inscrit dans un carré à gauche, et la largeur totale est la diagonale de ce carré. Il y a de nombreux autres exemples de clins d'œil géométriques.

La flagellation du Christ (ca 1460)

Piero della Francesca (1420-1492)



12 La flagellation du Christ (ca 1460)

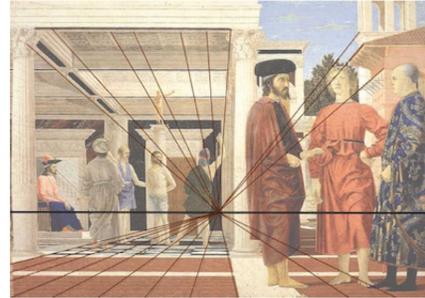
Mais surtout, la perspective répond exactement aux normes d'Alberti, celles que della Francesca théoriserait quelque vingt ans plus tard dans sa « perspective en peinture ».

Donc Brunelleschi, Alberti, puis della Francesca : c'est bien le quattrocento italien qui a inventé la perspective non ? Quel est le problème ? Eh bien il est double. Primo, il serait naïf de croire que les peintres ont attendu la Renaissance en Italie pour construire des représentations réalistes. La perspective existe depuis la plus haute antiquité. Secundo, c'est une erreur de parler de *la* perspective. La méthode d'Alberti est une parmi d'autres. Elle ne s'est pas universellement imposée. On en trouve des traces avant Alberti, certains l'utilisent après lui, mais elle n'est pas la seule technique de représentation réaliste.

Allez, puisque par pur esprit de contradiction, je n'aime pas l'ordre chronologique, je commence par le secundo.

La flagellation du Christ (ca 1460)

Piero della Francesca (1420-1492)



13 Le Miracle de l'hostie (scène 1, 1467)

Parmi les bons élèves d'Alberti, on cite souvent Uccello. C'est vrai, on retrouve son obsession pour la perspective dans nombre de ses toiles.

Mais on trouve aussi des tableaux contruits de manière analogue un bon siècle auparavant.

Le miracle de l'hostie (scène 1, 1467)

Paolo Uccello (1397-1475)



14 Jésus parmi les docteurs (1305)

Par exemple chez Giotto. Cette fresque se trouve dans la chapelle Scrovegni, à Padoue.

Jésus parmi les docteurs (1305)

Giotto di Bondone (1267-1337)



15 Les noces de Cana (1308)

À la même époque, regardez ce tableau de Buoninsegna. Le plafond de l'arrière plan a bien ses lignes de fuite ; mais la table devant, semble nettement pencher vers le spectateur. Erreur de débutant ?

Non bien sûr. C'est juste que la représentation fidèlement géométrique n'est pas un impératif pour tous les peintres. Si la perspective de la table avait été mathématiquement correcte, le peintre n'aurait pas pu distinguer les assiettes et les coupes, et les personnages placés devant auraient masqué la majesté du Christ.

Les noces de Cana (1308)

Duccio du Buoninsegna (1255-1319)



16 Le Triptyque de Dresde (1437)

Voici le Triptyque de Dresde, par le peintre flamand Jan van Eyck. Le tapis devant, les colonnes et les arches sur les côtés, tout indique une construction géométrique rigoureuse. Pourtant, la perspective est fautive. Tout au moins au sens d'Alberti.

Le Triptyque de Dresde (1437)

Jan van Eyck (ca 1390-1441)



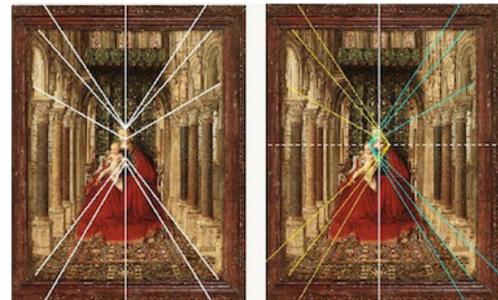
17 Le Triptyque de Dresde (1437)

Si vous tracez les lignes dictées par les colonnes, elles sont loin de converger en un point de fuite unique au centre du tableau. C'est ce que montre l'image de gauche. Par contre, prolongez ces lignes, et elles convergent bien, non pas en un unique point de fuite, mais en deux.

La perspective l'Alberti fait l'hypothèse d'une pyramide de rayons dont le sommet est situé dans l'œil de l'observateur. Oui mais l'œil de l'observateur, sauf accident, n'est pas unique. Et c'est même la vision binoculaire qui permet la perception du relief. Van Eyck l'avait compris, et il est loin d'être le seul.

Le Triptyque de Dresde (1437)

Jan van Eyck (ca 1390-1441)



18 La métamorphose de Narcisse (1937)

Passons maintenant à l'Antiquité. Le but de la perspective, et même de toute la peinture, au dire d'Alberti, est de transformer une vision instantanée tridimensionnelle, en une image bidimensionnelle. Or il existe un moyen bien simple pour ce faire : le miroir. Il y a eu des miroirs métalliques dans toutes les civilisations depuis des temps très reculés. Et puis faute de miroir, il reste toujours les mares et les lacs. Demandez-donc à Narcisse.

La métamorphose de Narcisse (1937)

Salvador Dalí (1904-1989)



19 Catoptrica

La géométrie des miroirs s'appelait la catoptrique. C'est une science extrêmement ancienne. Le premier livre est de, devinez qui ? Euclide bien sûr. Ou pas. J'ai mis un point d'interrogation parce que les spécialistes ne sont pas d'accord sur l'attribution de ce livre à Euclide ou à un auteur postérieur. Au fond peu importe. C'est bien de la géométrie grecque, et comme vous le voyez dans les marges de ce manuscrit du Moyen-Âge, trois sortes de miroirs sont considérés : convexes, concaves et plans.

Catoptrica

Euclide ? (ca 325-265 av. J.-C.)



20 Catoptrica

L'auteur quel qu'il soit, a bien compris la notion d'image virtuelle, et comme vous le voyez dans la marge de droite, le fait que les deux images réelle et virtuelle soit symétriques par rapport au plan du miroir est parfaitement théorisé.

Le même Euclide dans son Optique (là l'attribution n'est pas contestée), montre aussi que plus les objets s'éloignent, plus ils apparaissent petits en proportion de leur éloignement.

Catoptrica

Euclide ? (ca 325-265 av. J.-C.)



21 Optica, Theorema 6

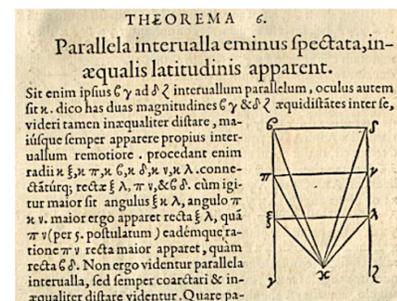
Tenez regardez le théorème 6 dans cette traduction, due à un élève de Pierre de la Ramée.

« Des intervalles parallèles vus de loin apparaissent de largeurs inégales. »

Bon, très bien, la théorie était là. Mais la pratique ? Très peu de peintures grecques nous sont parvenues. Je n'ai pas grand chose à vous montrer de probant. Par contre, chez les Romains, de nombreuses fresques ont été retrouvées, en particulier à Pompei et Herculaneum. En voici un exemple.

Optica, Theorema 6

Euclide, traduction Jean Péna (1557)



22 Fresque, villa de Publius Fannius Synistor

Le Vésuve a enfoui la région sous les cendres en l'an 79 de notre ère. Cette fresque date donc au plus tard du premier siècle. Regardez les alignements de colonnes en haut. Difficile de nier qu'il y avait bien là une représentation en perspective.

D'où venait-elle ? Probablement d'encore plus loin qu'Euclide. Mais comme d'habitude, les renseignements sont de seconde ou troisième main. Cette fois-ci, nous allons nous contenter de Vitruve.

Fresque, villa de Publius Fannius Synistor

Boscoreale



23 De architectura, Livre VII

« Et d'abord c'est Agatharque qui, lorsque Eschyle faisait connaître la bonne tragédie, faisait les décorations pour le théâtre d'Athènes, et laissa le premier un travail sur cette matière. À son exemple, Démocrite et Anaxagore écrivirent sur le même sujet ; ils ont enseigné comment on pouvait, d'un point fixe, donné pour centre, si bien imiter la disposition naturelle des lignes qui sortent des yeux en s'élargissant, qu'on parvenait à faire illusion, et à représenter sur la scène de véritables édifices qui, peints sur une surface droite et unie, paraissent les uns près, les autres éloignés. »

C'est assez explicite non ?

24 Théâtre d'Orange

Regardez le théâtre d'Orange. Il est relativement récent, puisqu'il date du temps de Vitruve. Mais avant lui, les théâtres grecs étaient construits sur des plans analogues. Il y avait derrière la scène d'immenses murs comme celui-ci, qui servaient à tendre des fonds de scène que l'on pouvait être amené à changer. C'est à ces fonds de scène, en grec Skénographia, que Vitruve fait allusion.

25 Démocrite (ca 460–370 av. J.-C.)

Quant à Démocrite, qu'il ait théorisé le rapport entre peinture et géométrie est possible. Il a eu plusieurs torts. Le premier est d'avoir été contemporain de Socrate, et de n'avoir pas plu à Platon. Le second est d'avoir affiché son manque d'appétit pour la notoriété et le pouvoir. Le troisième est d'avoir élaboré une théorie de la nature à base d'atomes : ce n'est pas bon d'avoir raison trop tôt. Le dernier est d'avoir compris que la vraie philosophie consistait à profiter du côté drôle de la vie. D'où les représentations où on le voit toujours en train de rigoler.

Plutôt sympathique non ?

Revenons à Vitruve. Son témoignage, les traces géométriques et archéologiques, prouvent amplement que les Grecs avaient élaboré une technique de représentation bidimensionnelle, que rien de nous empêche de baptiser « perspective ». À propos, « perspective » cela désigne la perception par le regard, c'est-à-dire l'optique en général. Le mot n'a pris le sens restreint que nous connaissons qu'après della Francesca.

La question qui reste en suspens, c'est : les Grecs utilisaient-ils la perspective linéaire d'Alberti, avec un point de fuite unique ? La phrase suivante de Vitruve a fait couler beaucoup d'encre, et on en trouve des dizaines de traductions différentes.

De architectura, Livre VII

Vitruve (ca 90-20 av. J.-C.)

Et d'abord c'est Agatharque qui, lorsque Eschyle faisait connaître la bonne tragédie, faisait les décorations pour le théâtre d'Athènes, et laissa le premier un travail sur cette matière. À son exemple, Démocrite et Anaxagore écrivirent sur le même sujet ; ils ont enseigné comment on pouvait, d'un point fixe, donné pour centre, si bien imiter la disposition naturelle des lignes qui sortent des yeux en s'élargissant, qu'on parvenait à faire illusion, et à représenter sur la scène de véritables édifices qui, peints sur une surface droite et unie, paraissent les uns près, les autres éloignés.

Théâtre d'Orange



Démocrite (ca 460–370 av. J.-C.)

Antoine Coyvel (1661–1722)



26 De architectura, Livre VII

Je vous livre la traduction scrupuleuse de Chantal Marnat, c'est une bonne occasion de la remercier une fois de plus.

« De même la scaenographia est la projection à plat, comme une ombre projetée, de la façade et de ses côtés qui s'éloignent, et le renvoi de toutes les lignes à un centre de cercle où est planté le compas. »

Tout dépend de comment on comprend ce « centrum », ce centre de cercle. Est-ce le même centre qu'Alberti, c'est-à-dire notre point de fuite ? Nous ne le saurons sans doute jamais. Souvenons-nous tout de même que Alberti, en tant qu'architecte, était un grand admirateur de Vitruve, qu'il cite souvent dans ses propres livres. Je n'imagine pas qu'il n'ait pas remarqué les citations précédentes.

27 Géographie

Un autre témoignage antique est celui de Claude Ptolémée. Non, pour une fois il ne s'agit pas de l'Almageste, mais de son traité de géographie. Là encore, un livre fondateur pour toute une discipline. En plus d'un catalogue impressionnant de lieux avec leurs coordonnées, Ptolémée se pose la question d'une représentation planaire pour une image sphérique. Et pour bien faire comprendre sa technique de projection, il pose d'abord le problème de dessiner une sphère armillaire.

28 Comment on doit procéder

« Nous jugeons convenable de représenter sur un plan, comment est comprise dans la sphère armillaire, la partie de la Terre que nous habitons, attendu que plusieurs ont entrepris de le faire et y ont échoué.

[...] Pour faire voir comment on doit procéder pour tracer ces lignes d'une manière conforme aux apparences optiques, nous allons en donner la description dont je mets ici la démonstration sous les yeux. »

Voici une reproduction de la figure explicative.

29 Projection d'une sphère armillaire

Je vous avoue que je n'ai pas tout compris aux explications, mais cela ressemble tout de même beaucoup à une perspective avec un point central.

De architectura, Livre VII

Vitruve, traduction Chantal Marnat

Item scaenographia est frontis et laterum abscedentium adumbratio, ad circinique centrum omnium linearum responsus.

Géographie

Claude Ptolémée (ca 85–165)



Comment on doit procéder

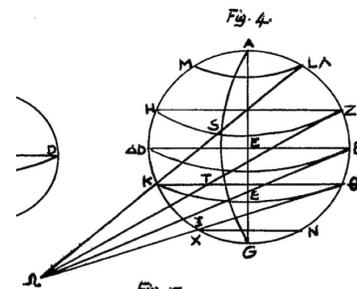
Ptolémée, Géographie (ca 85–165)

Nous jugeons convenable de représenter sur un plan, comment est comprise dans la sphère armillaire, la partie de la Terre que nous habitons, attendu que plusieurs ont entrepris de le faire et y ont échoué.

[...] Pour faire voir comment on doit procéder pour tracer ces lignes d'une manière conforme aux apparences optiques, nous allons en donner la description dont je mets ici la démonstration sous les yeux.

Projection d'une sphère armillaire

Ptolémée, Géographie (ca 85–165)

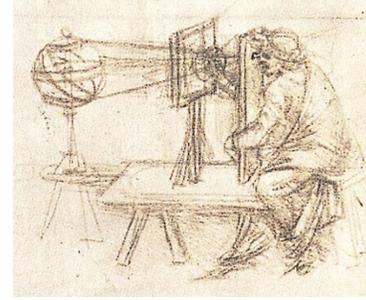


30 Codex Atlanticus (ca 1480)

Tenez, à propos. Regardez le griffonnage que l'on trouve dans un des carnets de Léonard de Vinci : un homme en train de dessiner une sphère armillaire à l'aide d'un perspectographe. Léonard connaissait bien les techniques d'Alberti, sur lesquelles il revient plusieurs fois dans ses carnets, pour les discuter. Vu les splendides croquis de machines en perspective que l'on voit dans ces mêmes carnets, il n'avait peut-être pas besoin de perspectographe, ni même de construction géométrique avec un point de fuite.

Codex Atlanticus (ca 1480)

Leonardo Da Vinci (1452–1519)



31 Ibn al-Haytham (ca 965–1040)

Le personnage clé dans l'histoire de l'optique est al-Haytham, un des plus grands savants de tous les temps. J'ai souvent l'occasion de vous parler de lui. Le voici sur un billet de banque, ce qui ne donne aucune garantie sur la ressemblance. Son livre sur l'optique non seulement fonde la discipline, mais on peut considérer qu'il fonde aussi le rationalisme scientifique. Dans les sept parties, al-Haytham traite de la physiologie de l'œil et de la vision binoculaire, mais aussi de tous les aspects de la réflexion et de la réfraction.

Ibn al-Haytham (ca 965–1040)

Kitāb al Manāzīr (Optique)



32 Alacen, liber de aspectibus

On peut mesurer la pénétration des idées des savants arabes à la latinisation de leur nom. Cela indique au moins que leurs œuvres ont été traduites au Moyen-Âge. Al-Haytham est devenu Alhacen ou Alhazen en latin. Son optique est un des livres les plus recopiés et utilisés. Il a eu une réelle influence sur le développement de la science occidentale. Ceci est le début d'un manuscrit portant une traduction en latin de l'optique d'al-Haytham.

Alhacen, liber de aspectibus

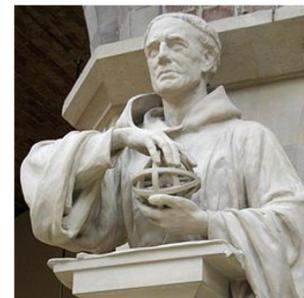
Biblioteca Casanatense, Ms 1393



33 Roger Bacon (1214–1292)

Si al-Haytham était le tout premier scientifique au sens moderne, de l'histoire, il se pourrait bien que Roger Bacon soit le tout premier scientifique européen. « Doctor Mirabilis » traduit l'étonnement de ses contemporains devant ses connaissances universelles dans tout ce qui faisait la science de son temps, de l'alchimie à l'astrologie, en passant justement par...

Roger Bacon (1214–1292)



34 Perspectiva (1267)

L'optique. Pas de contre-sens : vous vous souvenez que « perspectiva » signifie bien optique et non pas perspective. Que al-Haytham ait influencé Roger Bacon est évident non seulement parce que Bacon le cite explicitement, mais encore par les sujets traités : physiologie de la vision, principe de la vision binoculaire, et bien sûr, catoptrique. Regardez cette figure, tirée d'une version imprimée plus de trois siècles après la mort de Bacon. Elle montre deux configurations, avec un œil qui regarde une chose, et une image que l'on forme, selon que l'image est entre l'œil et la chose ou le contraire. Cela ne vous rappelle pas d'autres figures plus récentes ?

Ne vous méprenez pas. Ce n'est pas parce que depuis les Grecs jusqu'à Alberti, en passant par Vitruve, al-Haytham et Bacon, il y a eu une chaîne ininterrompue de savoirs, ce n'est pas parce qu'il y a eu d'autres systèmes de représentation en perspective que celui d'Alberti, que son importance dans l'histoire des mathématiques en est diminuée.

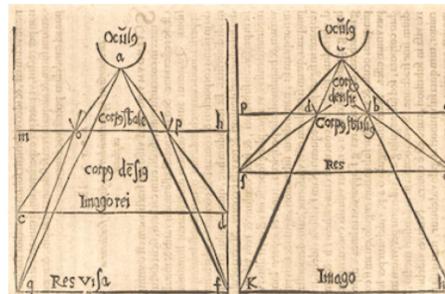
Mais cette histoire est assez longue comme ça, je vous raconterai la suite une autre fois. La suite, c'est comment le point central d'Alberti est devenu un point à l'infini et comment la perspective linéaire a engendré la géométrie projective. Mais il va bien me falloir deux ou trois histoires de plus avant d'en arriver là.

35 références

Il faudrait aussi que je vous raconte comment et pourquoi la légende de la création de la perspective par les savants du quattrocento s'est imposée ; pourquoi dans les écoles d'art, la perspective linéaire est devenue la norme. Mais bon, cela sort de l'histoire des mathématiques, et ça dépasse largement mes compétences. Puisque je vous dis que cette histoire est assez longue comme ça !

Perspectiva (1267)

Roger Bacon (1214–1292)



références

- K. Andersen (2007) *The geometry of an art : the history of the mathematical theory of perspective from Alberti to Monge*, New York : Springer
- W. Lefèvre ed. (2004) *Picturing machines 1400–1700*, Cambridge : The MIT Press
- J. H. Luce (1953) Géométrie de la perspective à l'époque de Vitruve, *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications*, 6(4), 308–321
- E. Panofsky (2006) *La perspective comme forme symbolique et autres essais*, Paris : Minuit
- D. Raynaud (2016) *Studies on binocular vision. Optics, vision and perspective from the thirteenth to the seventeenth centuries*, New York : Springer
- R. Sinigalli (2012) *Perspective in the visual culture of classical antiquity*, Cambridge : University Press