



**HAL**  
open science

## Perspective curviligne et vision binoculaire

Dominique Raynaud

► **To cite this version:**

Dominique Raynaud. Perspective curviligne et vision binoculaire. Sciences et techniques en perspective, Université de Nantes, Equipe de recherche: Sciences, Techniques, et Sociétés, 1998, 2 (1), pp.3-23. halshs-00006242

**HAL Id: halshs-00006242**

**<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00006242>**

Submitted on 25 Nov 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Perspective curviligne et vision binoculaire

Dominique RAYNAUD\*

**Summary.** Depuis les travaux de Panofsky, il est habituellement considéré que les compositions en axe de fuite résultent d'une application des règles de la perspective curviligne. Cet article réfute cette thèse. Il est montré qu'un grand nombre de compositions en axe de fuite peuvent s'expliquer par les principes de la vision binoculaire que l'on trouve dans les traités d'optique médiévale (hyp. 1), plutôt que par quelque autre type de perspective linéaire (hyp. 2) ou curviligne (hyp. 3). La comparaison de ces trois hypothèses montre que seule la première peut rendre compte d'un ensemble de peintures du Moyen-Âge et de la Renaissance, tout en évitant les incohérences qui surgissent — et ne sont pas adéquatement expliquées — dans le cadre de la perspective linéaire ou curviligne.

**Mots-clefs.** Optique, perspective, perspective curviligne, vision binoculaire.

**Summary.** From Panofsky, it is usually considered that vanishing axis compositions result from the rules of curvilinear perspective. This article disproves this evidence. It is shown that a lot of vanishing axis compositions can find support on the principles of binocular vision (I) exposed in medieval optics, rather than on any type of linear (II) or curvilinear perspective (III). The comparison of these three hypotheses shows that only the first one fits well with a set of medieval and renaissance paintings, while avoiding inconsistencies arising—and not yet satisfactorily explained—in the framework of linear or curvilinear perspective.

**Keywords.** Optics, perspective, curvilinear perspective, binocular vision.

Dans *La perspective comme forme symbolique*, Panofsky interprétait les constructions à « axe de fuite » en conformité avec les règles de la perspective curviligne. Cette interprétation n'a guère été revisitée depuis sa parution. White (1967) a cependant fait observer qu'en reportant des mesures angulaires sur un tableau plan, on produit nécessairement un mixte de perspective curviligne et de perspective linéaire ; d'où le nom de « perspective synthétique<sup>1</sup> » qu'il donne à ce type de construction.

Si perspective linéaire et perspective curviligne sont aujourd'hui clairement distinguées dans les manuels, il n'en va pas toujours de même des textes anciens dans lesquels on s'applique à re-

---

\* Université Pierre-Mendès-France, BP 47, 38040 Grenoble cedex 9, dominique.raynaud@upmf-grenoble.fr, chercheur associé au Laboratoire d'architecture et de recherches épistémologiques sur l'architecture (Paris).

<sup>1</sup> Cf. White (1967), p. 213.

connaître l'origine de ces méthodes. Pour preuve, les travaux de Elkins<sup>2</sup>, qui remettent en question la thèse selon laquelle Léonard de Vinci serait un des précurseurs de la perspective curviligne. Les notes de Léonard dirigées par l'« axiome des angles », concernent seulement l'analyse de la vision naturelle, nullement la question de la représentation. Pour preuve encore, les recherches de Tobin (1990), montrant que Panofsky n'est parvenu à opposer l'« axiome des angles » (perspective curviligne) et l'« axiome des distances » (perspective linéaire), qu'en utilisant une version très altérée du VIII<sup>e</sup> théorème de l'*Optique* d'Euclide<sup>3</sup>. C'est dire ce que doit la recherche des précurseurs du système curviligne à l'appréciation subjective. Le présent article partira donc d'une lecture critique des pages de Panofsky consacrées à la question de l'axe de fuite, pour savoir si ce principe de construction a jamais été utilisé. Dans la négative, il conviendra de donner une nouvelle interprétation de ces perspectives, en les rapprochant de certaines propositions d'optique.

Cet article se fixe deux limites :

1) Je n'aborderai pas la question du vrai et du faux en perspective. Il apparaît en effet que les évaluations axiologiques que l'on porte sur les modes de représentation sont en partie déterminées par des préjugés esthétiques de nature fort complexe. Il semble plus utile de se limiter à l'analyse des opérations de construction d'une perspective, découvertes *ex post facto* à partir des architectures figurées, et des textes qui les rendent intelligibles.

2) Je traiterai seulement de la question des fuyantes, non de la perspective dans sa totalité. Cette réduction du problème se justifie en ceci que construire une perspective, c'est effectuer deux opérations logiques distinctes. La première consiste à traiter les *lignes de bout* (celles dont la direction est parallèle à l'axe du regard) ; la seconde, consiste à traiter les *lignes frontales* (celles qui sont situées dans un plan perpendiculaire à l'axe du regard). Le tracé d'une ligne quelconque peut toujours se ramener à la construction d'une ligne de bout et d'une frontale. La notion d'« axe de fuite » ayant trait au traitement des lignes de bout, il est possible d'analyser la question des fuyantes, sans se préoccuper des opérations de réduction perspective.

---

<sup>2</sup> Cf. par exemple Elkins (1988).

<sup>3</sup> Cf. Euclide (O), vol. 7.

## 1. L'« axe de fuite »

Qu'est-ce qu'un « axe de fuite » ? C'est, selon Panofsky, l'ancêtre du « point de fuite » de nos perspectives linéaires. Cette notion est issue d'une observation : en traçant les lignes de fuite de certaines perspectives, ces droites ne convergent pas vers un point de fuite unique, mais se rejoignent sur un axe vertical. Panofsky utilise aussi l'expression « construction en arête de poisson », pour désigner le système d'organisation global résultant de la mise en œuvre d'un axe de fuite. Il écrit : « Lorsqu'on prolonge les lignes de fuite [...] elles vont se rencontrer deux à deux en plusieurs points, tous situés sur un axe commun, si bien qu'on a en gros l'impression de voir apparaître une arête de poisson »<sup>4</sup>. Cette observation s'applique aux tableaux des peintres de l'Antiquité et du Moyen Âge. La particularité des derniers — plus conscients des difficultés occasionnées par ce système de représentation, si l'on en croit l'historien — aurait été de chercher « à recouvrir cette discordance à l'aide d'éléments décoratifs tels qu'écussons, guirlandes, draperies ou tout autre "feuille de vigne" placée là pour la vertu de la perspective »<sup>5</sup>.

Le rapport perçu par Panofsky entre la notion d'« axe de fuite » et les principes de la perspective curviligne se fonde sur un court passage du traité d'architecture de Vitruve. Je rappellerai ici l'hypothèse panofskyenne des « cercles de projection », ainsi que les arguments qui peuvent être opposés à une telle interprétation.

### 1) *Fondement de l'interprétation panofskyenne*

Si l'on suit Panofsky et White, c'est à un mixte de perspective curviligne et linéaire qu'on devrait rattacher les représentations en arête de poisson. Cette idée découle du passage où Vitruve dit : « La scénographie est le tracé de la face et des côtés latéraux et le renvoi de toutes les lignes au centre du cercle »<sup>6</sup>. Panofsky tire de ce texte : a) que les Anciens auraient utilisé un « cercle de projection » centré sur l'œil de l'observateur (*circini centrum*) ; b) que les mesures prises au compas sur le « cercle de projection », auraient ensuite été reportées sur un tableau plan. Le défaut de

---

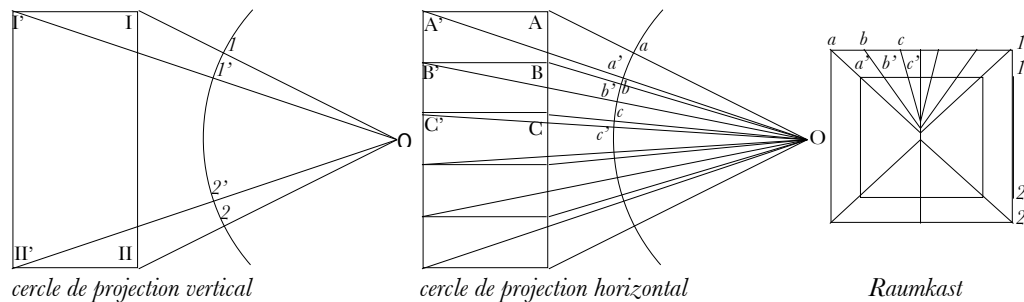
<sup>4</sup> Cf. Panofsky (1924), p. 75.

<sup>5</sup> Cf. *ibid.*, p. 78.

<sup>6</sup> Cf. Vitruve (DA), I, 2, 2 : « Scenographia est frontis et laterum abscedentium adumbratio ad circinique centrum omnium linearum responsum ».

convergence des fuyantes résulterait de ce report complexe, effectué point par point selon la méthode décrite par l'historien.

Panofsky donne l'exemple suivant : soit à représenter une « boîte intérieure » (*Raumkasten*). Aux points *I, II...* situés en élévation correspondent les points *1, 2...* du cercle de projection vertical. Aux points *A, B, C...* disposés dans le plan de la boîte correspondent les points *a, b, c...* du cercle de projection horizontal. Le report sur un même tableau des mesures obtenues sur les deux cercles de projection aboutit à une perspective où les fuyantes convergent vers un axe de fuite (*Figure 1*).



## 2) Limites de l'interprétation panofskyenne

On a opposé à cette ingénieuse hypothèse plusieurs arguments. Le premier concerne les lacunes et les insuffisances du *De architectura* de Vitruve quant à l'existence de ce procédé perspectif. Panofsky avoue qu'il s'agit d'une interprétation hardie de sa part, et reconnaît que « Ces textes n'apportent pas de preuves absolument convaincantes en faveur de notre hypothèse de l'existence d'une construction à base de cercle »<sup>7</sup>. En effet, si le texte de Vitruve fait bien référence à un *circini centrum*, rien n'appuie l'idée que le centre doive être assimilé à l'œil de l'observateur (même si cela peut correspondre à des propositions d'optique euclidienne) ; rien ne justifie que l'on doive prendre des mesures au compas sur cet hypothétique « cercle de projection » ; rien n'indique que ces mesures doivent être reportées sur un tableau plan. Rien enfin, n'explique pourquoi les peintres du Moyen Âge auraient suivi le *De architectura* de Vitruve, alors que peu d'entre eux pratiquaient l'architecture (l'association : perspective-architecture, typique de la Renaissance, ne saurait être appliquée aux siècles antérieurs). C'est dire le caractère conjectural de la méthode proposée par

<sup>7</sup> Cf. Panofsky (1924), p. 73.

Panofsky. Si l'on ajoute à cela que cette construction est plus complexe que le tracé d'une perspective linéaire, on voit mal comment les peintres, qui ont toujours eu quelque difficulté à suivre les règles strictes de la perspective linéaire, auraient spontanément mis en pratique des règles beaucoup plus complexes.

## 2. Méthode d'analyse

L'hypothèse de Panofsky soulève donc suffisamment de difficultés pour que l'on envisage de procéder à une évaluation critique. Peut-on trouver des représentations perspectives du Moyen-Âge qui satisfont à cette construction ? Sélectionnons une trentaine d'œuvres — dans la période 1300-1450 — qui s'approchent intuitivement du modèle en axe de fuite. On peut alors déterminer si une reconstruction rigoureuse du système des fuyantes entérine la spéculation de Panofsky, ou réduit ces compositions à des cas plus connus de perspective linéaire.

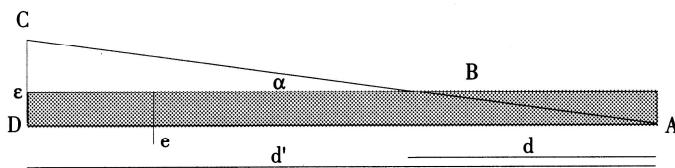
### 1) Erreurs de reconstruction

Par souci de commodité, j'ai procédé à la reconstruction *ex post facto* des fuyantes à partir de clichés photographiques. Il existe de ce fait deux sources d'erreur : l'une est liée à la prise de vue, l'autre à la reconstruction graphique proprement dite.

L'usage de la photographie évite de faire des tracés de grandes dimensions (certaines fresques mesurant plus de 3 mètres de côté), mais entraîne une perte de précision. On peut toutefois supposer que le degré de précision atteint est suffisant par rapport aux buts de cet article. Tout système optique introduit des aberrations géométriques dont il convient de s'assurer qu'elles ne modifient pas le tracé perspectif. L'aberration sphérique qui produit un halo, par suite de rayons marginaux trop convergents, la coma qui occasionne un point-image en forme de virgule, et l'astigmatisme qui lui donne une forme elliptique, n'entraînent pas de transformation sensible du tracé. Par contre, la distorsion (positive « en coussinet » ; négative « en barillet ») change les droites tangentielles en courbes. On acceptera une courbure de 1 % sur la droite la plus extérieure. Au-delà de cette tolérance, l'œuvre ne sera pas analysée. Enfin, lorsqu'un cliché est pris, le point de vue n'est jamais exactement dans l'axe central du tableau. S'il adopte la forme d'un rectangle, il peut être rendu par un quadrilatère irrégulier. Toutefois, cette déformation n'invalide pas les

conclusions que l'on peut tirer du cliché, parce que le rectangle  $ABCD$  et le quadrilatère  $A'B'C'D'$  sont liés par une projection (transformation linéaire).

Examinons maintenant les erreurs liées à la reconstruction graphique des fuyantes. Soit la portion visible  $AB$  d'une fuyante du tableau, laquelle doit être prolongée jusqu'au point de fuite éventuel  $C$ . Si le trait était sans épaisseur, la reconstruction de la fuyante  $AC$  ne poserait aucun problème. Mais, traçant un trait d'épaisseur calibrée  $e$ , je peux tracer toute fuyante qui recouvre en totalité le segment  $AB$  visible (*Figure 2*).



La déviation maximale apparaît lorsque  $A$  et  $B$  sont sur deux côtés opposés du trait. La demi-erreur angulaire est  $\alpha$ . On peut en déduire l'erreur métrique au niveau du point de fuite  $C$ . L'erreur métrique  $\varepsilon$  est égale à la longueur du segment  $CD$ . Les erreurs angulaire et métrique peuvent être calculées à partir des paramètres de reconstruction :

$$\alpha = \pm \tan^{-1}(\varepsilon/d) \quad \varepsilon = \pm d' \tan(\alpha)$$

En utilisant un stylo d'épaisseur normalisée  $e = 0,20$  mm, pour reconstruire une fuyante  $AC = 150$  mm, visible seulement sur  $AB = 30$  mm, l'erreur angulaire sera :  $\alpha = \pm 0^{\circ}23'$ , l'erreur métrique sera :  $\varepsilon = \pm 1$  mm. Travaillant sur des clichés ayant, par rapport à l'œuvre, un coefficient moyen de réduction de 10 (format A3 ou A4), l'erreur métrique *in situ* (sur l'œuvre) sera de  $\pm 1$  cm. L'erreur métrique a été calculée pour chaque fuyante des œuvres présentées dans cet article.

## 2) Critères de test

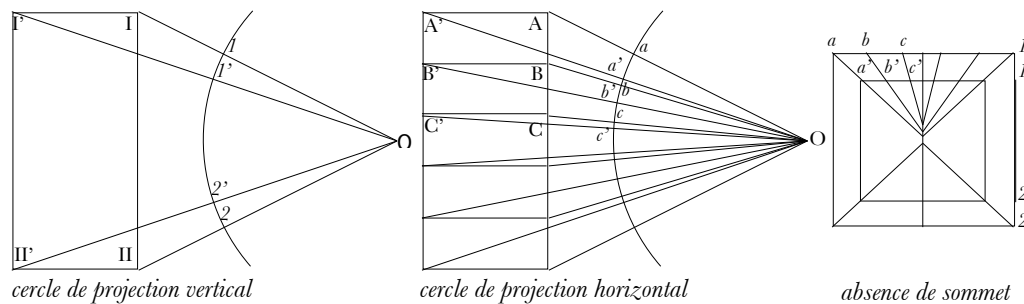
Il faut alors, sous les conditions précédemment définies, tester les hypothèses concurrentes :

- 1) Les constructions examinées valident la thèse des « cercles de projection » de Panofsky ;
- 2) Ces constructions peuvent être ramenées au cas des perspectives linéaires ;
- 3) Ces œuvres, tout en invalidant l'hypothèse de Panofsky, ne se rattachent pas aux principes de la perspective linéaire classique.

La meilleure façon de préparer cet examen est de départager tout d'abord les hypothèses sur des critères géométriques.

• *Hypothèse 1.* Une analyse géométrique des constructions en axe de fuite résultant de l'utilisation de cercles de projection, montre que les fuyantes de la perspective ne convergent pas en un même sommet.

Cette absence de point de concours des fuyantes peut être démontrée. Soient tout d'abord les deux théorèmes : Th. 1. « *Plusieurs droites concourantes interceptent des segments proportionnels sur deux parallèles* » ; Th. 2. « *Sur une même circonférence, deux angles au centre sont dans le même rapport que les arcs qu'ils interceptent* ».



Dans la *Figure 3a*, l'angle  $aOc$  est plus extérieur que l'angle  $a'Oc'$  : il correspond à un segment  $AC$  plus proche de l'œil que le segment  $A'C'$ . Les angles formés par des segments égaux étant d'autant plus petits que ces segments s'éloignent de l'axe de vision, on a la relation :  $aOb/bOc < a'Ob'/b'Oc'$ . Par le théorème 2, cette expression devient :  $ab/bc < a'b'/b'c'$ . Dans la *Figure 3b*, une fois ces arcs (ou ces cordes, si l'on travaille au compas) reportés sur le tableau, on constate que les fuyantes  $aa'$ ,  $bb'$ ,  $cc'$ ... ne peuvent concourir en un même sommet puisque  $ab/bc \neq a'b'/b'c'$ . Les segments consécutifs n'étant pas proportionnels entre eux, il ne peut y avoir de point de concours des fuyantes°.

Il suffira, pour invalider l'hypothèse de Panofsky, de montrer que toutes les fuyantes du tableau convergent en un ou plusieurs points (dits aujourd'hui : « points de fuite »). Du point de vue méthodologique, cette proposition équivaut à dire que les fuyantes se recoupent dans une zone définie par l'erreur métrique maximale  $\max(e)$ . Tout tableau satisfaisant à ce critère (qui ne peut être atteint dans le système curviligne), vaut réfutation de l'hypothèse des cercles de projection.

° Cf. désormais : Une propriété mathématique de la perspective synthétique réfutant son existence médiévale, 1295-1450, *Zeitschrift für Kunstgeschichte* (Berlin), 2004, 67 (4), pp. 449-460



- *Hypothèse 2. L'analyse géométrique des perspectives linéaires révèle que, dans le cas des perspectives centrales qui seront examinées ici, toutes les fuyantes doivent converger en un même « point de fuite » (dénommé punctum centricum par Alberti), situé dans la partie centrale du tableau.*

Pour infirmer cette hypothèse, il faudra établir que les fuyantes du tableau ne convergent pas en un seul point, à l'erreur près : soit qu'elles ne convergent pas du tout dans une zone définie par l'erreur métrique maximale  $\max(\varepsilon)$  ; soit qu'elles convergent en plusieurs points de fuite, séparés par une distance très supérieure à l'erreur maximale  $\max(\varepsilon)$ .

- *Hypothèse 3. Bien que tout tableau appartienne à l'une des trois catégories définies par les hypothèses de départ, la troisième est une catégorie hétérogène, que nous ne sommes pas à même d'interpréter pour l'instant. Signalons cependant que la terminologie « points de fuite latéraux », serait impropre pour qualifier des points de fuite multiples. Ce terme est utilisé pour désigner les points de fuites secondaires qui servent à la construction de volumes vus sur une arête, or les représentations analysées ici sont toutes des perspectives centrales. L'expression la plus appropriée serait : « points de fuite centraux ».*

Pour infirmer cette hypothèse, il suffira d'établir : soit que les fuyantes du tableau convergent en une seule zone définie par l'erreur métrique maximale  $\max(\varepsilon)$  (cas de la perspective linéaire) ; soit ne se recoupent pas du tout (cas de la perspective en axe de fuite).

### 3. Analyse des œuvres

L'analyse d'un échantillon de vingt-sept œuvres médiévales selon ces critères de test montre que douze d'entre elles ne se rattachent, ni à la thèse des cercles de projection, ni aux principes de la perspective linéaire classique. Giotto, Martini, Lorenzetti, Ghiberti, Donatello, Uccello, ont utilisé, une ou plusieurs fois, ce système de représentation. Analysons quelques exemples.

La basilique inférieure de San Francesco d'Assise contient une fresque intitulée *L'Approbation de la règle par Innocent III* (Figure 4, 270 × 230 cm). Cette fresque est attribuée — sans certitude absolue — à Giotto (1266-1336), lequel l'aurait peinte dans les années 1296-1299. L'œuvre a été analysée au format 210 × 179 mm (coefficient de réduction  $K = 12,8$ ). Les murs latéraux, soutenus par un jeu de consoles et le linteau des portes latérales, semblent tout d'abord converger vers un axe de fuite central  $AF$ . Mais si l'on prolonge ces droites, elles concourent alors en deux points

$F_1$  et  $F_2$ , symétriques par rapport à l'axe de fuite. L'erreur maximale affectant la reconstruction de ces fuyantes est :  $\max(\varepsilon) = \pm 1,6$  mm (erreur *in situ* =  $\pm 2,1$  cm). La fresque présente une autre particularité : les quatre consoles de bout ne fuient pas vers ces points. Ces lignes de construction se coupent en deux nouveaux points  $F_3$  et  $F_4$ , situés de part et d'autre de l'axe central. L'erreur maximale est :  $\max(\varepsilon) = \pm 0,9$  mm (erreur *in situ* =  $\pm 1,2$  cm). Ces fuyantes, formant un faisceau, invalident l'hypothèse des cercles de projection. En outre, la distance séparant les points de concours des fuyantes est de 179 mm et de 7 mm, respectivement. Cet écart étant supérieur à l'erreur maximale, les deux points de fuite ne peuvent pas se résoudre en un seul. Cette perspective centrale n'est donc pas une perspective linéaire classique.

On connaît de Simone Martini (1284-1344) une fresque de grandes dimensions située également dans la basilique inférieure de San Francesco d'Assise. *Les Funérailles du Saint* (Figure 5, 270 × 230 cm) datent de 1315-1317. L'œuvre a été étudiée au format 185 × 158 mm (coefficient de réduction  $K = 14,6$ ). Il semble tout d'abord possible de reproduire, à partir de l'alignement des chapiteaux et des sommiers des voûtes de cette architecture, un schéma en arête de poisson. On déterminerait ainsi une série de points de concours sur l'axe de fuite  $AF$ . Mais si l'on prolonge les fuyantes, on parvient à un schéma à deux points de concours  $F_1$  et  $F_2$ . Comme dans l'exemple précédent, l'axe de fuite se résout en deux points distincts, que Martini utilise ici de manière cohérente et systématique (sauf, peut-être, en ce qui concerne la base des potelets, qui montrent de légères déviations). L'erreur métrique maximale est :  $\max(\varepsilon) = \pm 1,7$  mm (erreur *in situ* =  $\pm 2,4$  cm). La distance des points de concours, de 19 mm, est supérieure à l'erreur maximale, il n'est pas possible de fusionner ces points en un seul.

Ce qui vient d'être dit à propos de ces perspectives médiévales, pourrait être répété sur certains tableaux de la Renaissance. Cela ne signifie pas que les principes de la perspective linéaire n'y ont pas été appliqués (certaines œuvres de l'échantillon appartiennent sans équivoque à ce type). Mais l'existence de ces constructions bifocales montre qu'il existait alors des systèmes concurrents de représentation, y compris — comme nous allons le voir — chez ceux qui ont le plus contribué au développement de la perspective classique.

Dans les années 1445-1446, Paolo Uccello a peint au cloître dominicain de Santa Maria Novella, à Florence, la fresque intitulée *Le Déluge* (Figure 6, 215 × 510 cm). Cette œuvre a été analysée au format 154 × 366 mm (coefficient de réduction  $K = 13,9$ ). Ce coefficient, nettement plus

élevé que les précédents, ne compromet pas l'analyse, parce que la partie visible des fuyantes est ici plus longue. Par ailleurs, les conclusions atteintes corroborent les observations faites par les historiens de l'art. Ainsi, White (1967) qui a analysé en détail cette composition, se rallie au jugement de Parronchi (1957), qui fut le premier à observer que cette représentation ne se conformait pas aux règles de la perspective linéaire. Et pour cause : la reconstruction *ex post facto* des fuyantes permet de constater que les horizontales des parois latérales de l'arche convergent en deux points de fuite distincts  $F_1$  et  $F_2$ , invalidant du coup l'hypothèse des cercles de projection. L'erreur maximale affectant cette reconstruction est :  $\max(\varepsilon) = \pm 0,33$  mm (erreur *in situ* =  $\pm 0,5$  cm). La distance séparant les points de concours étant de 26 mm, ces points sont situés dans deux zones d'erreur distinctes. Quant à l'explication du dédoublement du point de fuite par un défaut de juxtaposition des cartons, elle fait intervenir une « erreur accidentelle », qui n'est jamais à exclure, mais qui ne saurait rendre compte que de cas isolés, et non pas de cas qui se présentent avec régularité.

Je donnerai un dernier exemple, contemporain de l'affresco staccato d'Uccello. Donatello (1386-1466) est l'auteur d'un ensemble de panneaux de bronze datant de 1445-1448. Le panneau consacré à la *Confession du nouveau-né* (Figure 7,  $57 \times 123$  cm) a été analysé aux dimensions  $94 \times 201$  mm (coefficient de réduction  $K = 6,12$ ). On pourrait objecter tout d'abord qu'un bas-relief de bronze n'étant pas une surface assez régulière, pour permettre l'analyse de sa composition géométrique. Toutefois, la partie du panneau qui représente le plafond de la salle, est suffisamment plane — seuls les caissons sont évidés — pour permettre une telle reconstruction. Ce plafond semble obéir à une composition en axe de fuite  $AF$ , que l'on obtient en développant les lignes de bout des caissons du plafond. Pourtant, le prolongement de ces fuyantes fait encore apparaître deux points de fuite  $F_1$  et  $F_2$ , symétriques par rapport à l'axe, et situés en dessous du panneau. On remarquera également un point de fuite *ad hoc* ( $F_3$ ), créé vraisemblablement en sorte que les fuyantes les plus basses ne descendent pas en dessous de la ligne de terre. L'erreur maximale liée à la reconstruction de cette œuvre est :  $\max(\varepsilon) = \pm 2,4$  mm (erreur *in situ* =  $\pm 1,5$  cm). Les points de concours sont distants de 12 mm. Cet écart est trop supérieur à l'erreur métrique maximale, pour que l'on puisse envisager leur fusion en un seul point. Les fuyantes composent par conséquent deux faisceaux distincts.

Les peintures analysées ci-dessus obéissent toutes au même schéma :

1) L'« axe de fuite » s'y résout toujours en deux points de concours, réfutant ainsi, non seu-

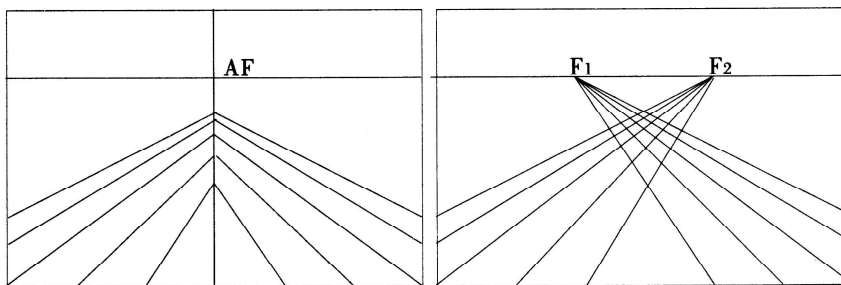
lement l'hypothèse de cercles de projection de Panofsky, mais aussi leur interprétation dans les termes de la perspective linéaire classique ;

2) Les faisceaux des fuyantes se croisent sur l'axe central. Les lignes issues de la partie gauche du tableau concourent au sommet situé à droite, les lignes de droite concourent au sommet de gauche. Ces exemples illustrent le type de composition qui peut être observé dans douze œuvres de l'échantillon examiné. Il est donc très improbable qu'elles résultent simplement d'erreurs accidentelles de tracé, qui se seraient reproduites, exactement de la même manière, en des œuvres séparées dans le temps et l'espace. Nous sommes plus sûrement en présence d'une construction perspective typique et régulière de la période 1300-1450.

#### 4. Interprétation

Se posent, à ce point, deux questions. La première a trait à l'erreur de jugement commise par Panofsky sur les représentations picturales de ce type ; la deuxième concerne le caractère systématique de ces constructions bifocales, qui ne laisse pas d'interroger, et que, pourtant, nous ne sommes pas en mesure d'interpréter rationnellement.

Mais tout d'abord, pourquoi Panofsky a-t-il cru possible d'identifier dans certaines œuvres de l'Antiquité et du Moyen-Âge, une composition en axe de fuite ? On accèdera facilement à la nature de cette erreur, en constatant l'équivalence des deux schémas suivants (*Figure 8*).



Le premier montre une construction utilisant un axe de fuite  $AF$  (à gauche) ; le second, sa résolution en deux points de concours  $F_1$  et  $F_2$  (à droite). Ces schémas sont géométriquement équivalents tant qu'on ne relie pas celui de gauche à l'hypothèse des cercles de projection. Car, dans ce cas, les fuyantes ne peuvent plus former aucun faisceau. L'erreur de Panofsky ne consiste donc pas à reconnaître un « axe de fuite », mais à interpréter cet axe de fuite comme étant l'émanation

des règles de la perspective curviligne. La parenté manifeste de ces schémas est sans doute à l'origine de la spéculation de Panofsky sur les « cercles de projection ».

Il reste que les perspectives bifocales qui ont été mises en évidence, sont pour l'instant parfaitement inintelligibles. Je formulerai l'hypothèse selon laquelle elles peuvent être interprétées par des propositions issues des traités d'optique et de perspective de la période considérée.

### 1) *Perspective et vision monoculaire*

Contrairement aux traités du Moyen-Âge, qui raisonnent généralement dans le cadre de la vision binoculaire et ne mentionnent que rarement des expériences faites d'un seul œil<sup>8</sup>, les traités de perspective de la Renaissance italienne utilisent systématiquement le postulat de la vision monoculaire.

Dans le fameux compte-rendu du tableau que Brunelleschi aurait fait au Baptistère de Florence — par ailleurs, source d'interprétations multiples et en partie contradictoires sur lesquelles je ne m'arrêterai pas — Manetti écrit : « Parce que le peintre doit présupposer un lieu unique d'où il convient de voir sa peinture [...] il [Brunelleschi] avait fait un trou dans la planchette [...] »<sup>9</sup>. Le tableau est aujourd'hui perdu. Mais le fait qu'il ait été percé d'un seul trou, au derrière duquel l'observateur devait placer son œil, montre que l'architecte florentin avait conçu son expérience en écartant la question de la vision naturelle, binoculaire. Ce principe sera repris par Alberti et Piero della Francesca. Le dernier dit ainsi, à propos de la construction perspective d'un quadrilatère : « On fait donc une surface carrée laquelle est  $\cdot BCDE \cdot$ ; puis on fixe le point  $\cdot A \cdot$  lequel est l'œil [...] »<sup>10</sup>.

*Premier résultat-relais* : une perspective linéaire classique est toujours contruite (et par conséquent doit être vue) d'un seul œil.

---

<sup>8</sup> Pecham utilise incidemment la formule « si monoculus aspiciat [...] » dans le passage traitant de l'appréciation des grandeurs en fonction de la distance [cf. Pecham (PC), I, 74].

<sup>9</sup> Cf. Manetti (V), fol. 207v : « Perchel dipintore bisogna che presuponga uno luogo solo · donde sa a uedere la sua dipintura [...] egli aueua fatto un buco nella tauoletta ».

<sup>10</sup> Cf. Della Francesca (DPP), III, 1, p. 130 : « Adunqua · facise in propria forma una superficie quadrata · la quale sia  $\cdot BCDE \cdot$  poi se punga il puncto  $\cdot A \cdot$  il quale sia l'occhio ».

Chaque fois que nous avons rencontré une construction bifocale, le sommet du faisceau des fuyantes n'a pas été nommé « point de fuite » mais « point de concours », car il n'est pas sûr que la conception médiévale du point de fuite soit identique à la nôtre. Un passage du traité d'Alberti est éclairant à cet égard : « Puis, dans ce rectangle [le tableau], je fixe un point qui occupe le lieu où le rayon central vient buter, et pour celà, je le nomme point central »<sup>11</sup>. Qu'est-ce que le rayon central ? Alberti le définit par ailleurs : « Parmi les rayons visuels, un est dit central. Quand il touche la surface [visible], celui-là fait, tout autour de lui, des angles droits et égaux »<sup>12</sup>.

En supposant comme le fait Alberti, que la surface observée soit frontale, le rayon central correspond alors à l'axe du regard. Il suffit pour s'en convaincre, de noter qu'Alberti le qualifie de *galliardissimo et uiuacissimo*<sup>13</sup>, qualité que prête explicitement Roger Bacon à l'axe de la pyramide visuelle (*fortior et plus habet de uirtute*)<sup>14</sup>.

*Deuxième résultat-relais* : Le point de concours des fuyantes n'est pas clairement conçu comme un point de fuite, au sens actuel du terme. Nommé « point central », il correspond au point d'intersection de l'axe de la pyramide visuelle avec le tableau.

## 2) *Perspective et vision binoculaire*

Les résultats-relais obtenus précédemment, simplifient l'étude de la vision binoculaire, et son application éventuelle à la perspective picturale. *Première observation* : contrairement à leurs homologues de la Renaissance, les traités du Moyen-Âge consacrent des développements conséquents au problème de la vision binoculaire. Lorsqu'on compare ces textes, on constate que tous les auteurs — vraisemblablement influencés par Alhazen<sup>15</sup> — donnent à peu près la même figure et le même commentaire.

<sup>11</sup> Cf. Alberti (DP), I, fol. 124v : « Poi dentro questo quadrangolo · fermo uno punto il quale occupi quello luogo doue il razzo centrico ferisce et per questo il chiamo punto centrico ».

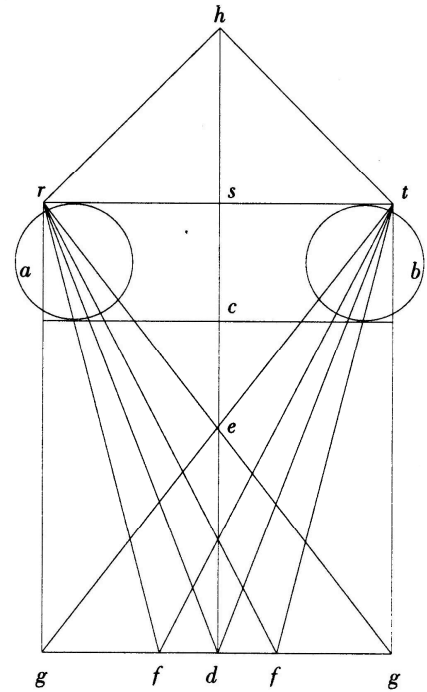
<sup>12</sup> Cf. *ibid.*, fol. 121v : « Eccī fra i razzi uisiui uno detto centrico · Questo · quando giugnie alla superficie · fa di qua et di qua torno ad sé gli angoli retti et equali ».

<sup>13</sup> Cf. *ibid.*, fol. 122r.

<sup>14</sup> Cf. Bacon (OM), IV, III, 3 : « Tamen unus solus est perpendicularis in una pyramide [...] Et ideo est perpendicularis super corpus et axis pyramidis et ideo fortior et plus habet de uirtute ».

<sup>15</sup> Cf. Alhazen (O), III, p. 42.

Witelo introduit le principe de la vision binoculaire par des considérations géométriques<sup>16</sup>. Il donne une figure où l'on voit les deux yeux ( $a$ ,  $b$ ) recevant les images de points situés à égale distance de l'axe  $hd$ . Il explique que les images reçues par les yeux sont différentes, puisque, pris d'un même côté, l'angle  $grf$  est plus grand que l'angle  $gfb$ . Il faut donc que ces images soient réunies en une seule (*Figure 9*). Où se produit cette jonction ? Witelo dit : « Les deux formes, qui pénètrent en deux points homologues de la surface des deux yeux, parviennent au même point de la concavité du nerf commun, et se superposent en ce point pour ne faire plus qu'une »<sup>17</sup>. Cette composition des quasi-images fournies par chaque œil s'effectue au *chiasma*, lieu où se croisent les nerfs optiques. La fusion des images est donc un produit de l'activité nerveuse interne.



On trouve un raisonnement similaire dans la *Perspectiva communis* de Pecham, à la proposition I, 32 : « La dualité des yeux doit être ramenée à l'unité »<sup>18</sup>. L'Anglais montre la même insistance à distinguer le trajet extérieur des images entre les objets visibles et l'œil, du trajet intérieur dans le nerf optique. La réunion des images ne s'effectue encore qu'au « nerf commun ». Et, avant cette réunion, toute image est double. Dans le cadre de l'optique médiévale, il convient donc de distinguer soigneusement les deux quasi-images *externes* reçues par les yeux, de l'image *interne* résultant de leur combinaison. Première application au problème de la représentation : le tableau est-il une image externe ou interne ? Externe : par conséquent, il se soumet au problème de la vision binoculaire et à la composition des quasi-images. Reste à déterminer sous quelle forme.

<sup>16</sup> Cf. Witelo (O), I, 27.

<sup>17</sup> Cf. *ibid.*, III, 37 : « Duæ formæ quæ infinguntur in duobus punctis consimilis positionis apud superficies duorum uisuum perueniunt ad eundem punctum concauitatis nerui communis et superponuntur sibi in illo puncto et erunt una forma ». La raison pour laquelle Parronchi (1957) rapproche ces passages des constructions de Brunelleschi et d'Uccello ne m'est pas claire. Je pense que Parronchi fait la confusion signalée entre (i) la perspective à deux points de fuite « latéraux » — qui est utilisée pour représenter un édifice de côté (ii) la perspective à deux points de fuite « centraux » — qui apparaît sur des vues frontales où l'axe de vision est perpendiculaire à une façade de l'édifice.

<sup>18</sup> « Oculorum dualitatem necesse est reduci ad unitatem ». Cf. Pecham (PC), I, 32.

*Deuxième observation* : le problème de la vision binoculaire ne se réduit pas entièrement à l'examen de la jonction des images au *chiasma*, car certains passages — consacrés aux illusions d'optique notamment — attirent l'attention sur le trajet externe des quasi-images. L'*Opus majus* de Bacon est, à cet égard, révélateur. Après avoir étudié une figure semblable à celle de Witelo, le savant franciscain nous propose une expérience d'optique : « L'expérimentateur [...] peut, de nuit, élever un doigt entre lui-même et une chandelle. Si donc il fixe les axes [visuels] sur la chandelle, le doigt sera vu dédoublé »<sup>19</sup>.

Bacon aurait d'ailleurs pu considérer en détail le cas inverse : si l'expérimentateur fixe ses axes visuels sur le doigt, c'est la chandelle qui se dédouble. Il en parle néanmoins à propos de l'observation d'objets éloignés comme les étoiles, qui, étant au-delà et non pas en-deçà de la chandelle, se dédoublent lorsqu'on fixe le regard sur la flamme (*Opus majus*, V, II, II, 3). On trouve en ce passage une idée intéressant directement le problème de la représentation. Lorsque le peintre veut représenter une scène quelconque, il ne peut à la fois fixer les axes visuels au premier plan, et à l'arrière plan dans lequel apparaît le cadre architectural. Il est naturel que le peintre accomode sur l'élément le plus important de la scène : la tête de Saint-François dans *L'Approbation de la règle* ; la dépouille de Saint-François dans *Les Funérailles du Saint*. Or, ces éléments sont toujours au premier plan<sup>20</sup>. Le point de fixation choisi par le peintre correspond donc au second cas de l'expérience de Bacon : celui où les quasi-images du cadre architectural — ou de la chandelle — ne coïncident pas. Le point de fixation détermine alors le croisement des axes visuels. Cette proposition signifie qu'une perspective obéissant au principe de la vision binoculaire, se doit de combiner deux pyramides visuelles, en faisant correspondre aux deux « rayons centraux », deux « points centraux », aux lieux-mêmes où ils interceptent le tableau.

---

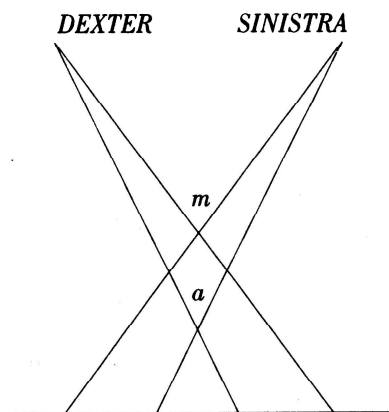
<sup>19</sup> Cf. Bacon (OM), V, II, II, 3 : « Et experimentor [...] potest de nocte eleuare digitum inter ipsum et candelam · Si ergo figat axes super candelam uidebitur unus digitus duo ».

<sup>20</sup> On pourrait toutefois douter de ce que les architectures figurées soient toujours en fond de scène. Dans une certaine mesure, elles reviennent aussi au premier plan par les parois latérales. Il ne semble pas que ce cas fasse différence pour Roger Bacon. Pour lui, une image latérale apparaît double, parce que les axes visuels sortent alors de leur « lieu naturel ». Bien qu'il assure [cf. Bacon (OM), V, II, II, 3] : « De ceci, qu'il apparaisse une [image] double à cause de l'éloignement des axes particuliers par rapport à l'axe commun [...] [De hoc · quod appareat unum duo propter elongationem axium particularium ab axe communi] », ses explications restent insuffisantes pour comprendre le dédoublement de l'image.



Il reste à expliquer pourquoi, sur ces perspectives, les fuyantes de la partie droite convergent vers le point central situé à gauche, et pourquoi les fuyantes de la partie gauche convergent à droite. Le passage de l'*Opus majus* qui généralise l'expérience précédente, permet d'en comprendre la raison. Voyez le texte et le schéma qui l'accompagne (*Figure 10*) où *m* désigne le doigt, *a* la chandelle, *dexter* et *sinistra* la position des deux yeux). Il est dit :

« Assurément, quoique les axes visuels aient été fixés sur le point *a*, la faculté visuelle s'exerce néanmoins sur le point *m*, mais l'espèce venant de l'œil droit va vers la gauche si elle est prolongée au-delà, et de même, l'espèce de l'œil gauche va vers la droite, car ces espèces se coupent au point *m* et se séparent ainsi, en sorte que la droite passe vers le côté gauche, et la gauche vers le côté droit, comme il est exposé à la vue. Et parce que *m* apparaît double, il faut que l'image répondant à l'œil droit soit du côté gauche au-delà de *m*, parce que l'espèce de l'œil droit se dirige vers ce côté [...] Pourtant, en fermant l'œil gauche, l'image droite ne disparaît pas toujours [...] mais il arrive que, [l'œil] gauche étant fermé, l'image gauche disparaisse, comme on peut en faire l'expérience à volonté [en observant] les étoiles fixes en été, au crépuscule avant la nuit noire, et ainsi en va-t-il des lumières fort éloignées »<sup>21</sup>.



Cet extrait met en évidence que l'image disparaît tantôt du côté opposé à l'œil qui se ferme, tantôt du même côté. Elle est du côté opposé si le point de fixation est placé à l'arrière de l'objet ; elle est du même côté si le point de fixation est au devant. Or, nous avons vu que le lieu sur lequel accomode l'œil du peintre, est placé au devant du cadre architectural. Donc, en fermant l'œil gauche, disparaissent simultanément la quasi-image gauche et le point central droit.

<sup>21</sup> Cf. Bacon (OM), V, II, II, 3 : « Certum ergo est · quod axibus oculi fixis super *a* uisibile nihilominus tamen uirtus uisiua tendit in *m* uisibile · sed species ueniens ab oculo dextro tendit in sinistrum si procedatur ultra · et similiter species oculi sinistri tendit ad dextrum · nam hae species intersecant se in *m* puncto et separantur ita · ut dextra transeat ad sinistram partem · et sinistra ad dextram ut patet ad sensum · Et tamen non semper disperebit imago dextra oculo sinistro clauso [...] sed bene accidit · quod clauso sinistro imago sinistra dispereat · ut potest quilibet experiri ad stellas fixas in aestate in crepusculo ante obscuram noctem · et ita posset fieri de ignibus longe distantibus ».

La différence la plus apparente entre l'expérience de la chandelle et la construction picturale, est que la chandelle peut être considérée comme une image ponctuelle, alors que le cadre architectural s'étend sur toute la surface du visible. Par suite, la quasi-image droite s'étend, non seulement sur la partie droite du tableau, mais passe aussi de l'autre côté de ce que Bacon nomme l'*axis communis* (l'axe passant entre les deux yeux, et par le point de fixation). Mais si le peintre dessinait les fuyantes sur la partie gauche (en grisé), il ne pourrait alors plus tracer celles-ci, lorsqu'il ferme l'œil droit. On peut conjecturer que, placé devant cette difficulté, il aura limité sa représentation de la quasi-image droite, à la droite de l'*axis communis*, comme s'il s'agissait d'une image ponctuelle.

Sous cette condition, et l'œil gauche étant toujours fermé, il ne reste plus qu'à lier les fuyantes de la quasi-image droite au point central de la partie gauche, puis d'appliquer ce principe à la quasi-image opposée. La juxtaposition des deux quasi-images de part et d'autre de l'« axe commun » donne alors une perspective, qui correspond très exactement aux tracés observés sur certaines œuvres, et que l'on peut dès lors nommer : « perspective binoculaire ».

## 5. Conclusions

Les compositions en « axe de fuite » résolubles en deux faisceaux de fuyantes, ne se rattachent pas aux principes de la perspective curviligne, comme le pensait Panofsky. Ainsi, les doutes de Elkins (1988) et Tobin (1990) sur un usage rationnel du système curviligne avant l'époque contemporaine, semblent à nouveau corroborés.

Par ailleurs, aucune de ces perspectives à deux « points centraux » ne peut se ramener, par quelque transformation que ce soit, au cas de la perspective linéaire usuelle. Mais sommes-nous pour autant fondés à dire que ces constructions échappent aux principes de la perspective linéaire? La seule particularité de ces compositions est d'utiliser, ceteris paribus, le postulat de la vision binoculaire. Pour recourir à une terminologie précise, il conviendrait de nommer ce type de tracé « perspective linéaire binoculaire », en réservant le terme de « perspective linéaire monoculaire » au tracé usuel promu par les peintres de la Renaissance. Telle est la relation simple qui unit, et distingue à la fois, ces deux systèmes de représentation.

## Bibliographie

- ALBERTI, L. (DP). *Della Pittura*. Edizione critica a cura di Luigi Mallè. Firenze, G.C. Sansoni editore, 1950.
- BACON, R. (OM). *The 'Opus Maius' of Roger Bacon*. Edited with introduction and analytical table by J.H. Bridges. Frankfurt am Main, Minerva GmbH, 1964.
- BELTRAME, R. (1973). Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, serie VIII, 28 (3-4) : 417-468.
- BORSI, F. (1992). *Paolo Uccello*. Paris : Hazan.
- CHASTEL, A., BACCCHESCHI, E. (1982). *Giotto*. Paris, Flammarion.
- DARR, A.P., BONSANTI, G., eds. (1986). *Donatello e i suoi. Scultura fiorentina del primo Rinascimento*. Detroit / Milan, Detroit Institute of Arts / Arnoldo Mondadori Editore.
- ELKINS, J. (1988). Did Leonardo develop a theory of curvilinear perspective ? *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 51 : 190-196.
- EDGERTON, S.Y. (1991). *The Heritage of Giotto's geometry. Art and science on the eve of the scientific revolution*. Ithaca / London, Cornell University.
- EUCLIDE (O). *Euclidis opera omnia*, ediderunt I. L. Heiberg et H. Menge, Leipzig, Teubner, 1883-1899 (8 vols).
- FRANCESCA, P. della (DPP). *De Prospectiva Pingendi*, ed. G. Nicco Fasola. Firenze, Casa Editrice le Lettere, 1984.
- KEMP, M. (1978). Science, non-science and non-sense : The interpretation of Brunelleschi's perspective. *Art History*, 1 : 134-161.
- LINDBERG, D.C. (1971). Lines of influence in the thirteenth century optics : Bacon, Witelo, and Pecham. *Speculum*, 46 : 66-83.
- (1976). *Theories of Vision from al-Kīndī to Kepler*. Chicago and London, The University of Chicago Press.
- MANETTI, A. di Tuccio (V). *Vita di Filippo di Ser Brunellesco*, ed. E. Berti, Firenze, Tœsca, 1927.
- MARTINDALE, A. (1988). *Simone Martini. Complete Edition*. Oxford, Phaidon.
- PANOFSKY, E. (1924). Die Perspective als symbolische Form, *Vorträge der Bibliothek Warburg*, pp. 258-331 [éd. citée : *La Perspective comme « forme symbolique » et autres essais*. Paris, Éditions du Seuil, 1975].
- PARRONCHI, A. (1957). Le fonti di Paolo Uccello : I 'perspetti passati'. *Paragone*, 89 : 3-32.
- Le fonti di Paolo Uccello : I 'Filosofi'. *Paragone*, 95 : 3-33.
- PECHAM, J. (PC). *John Pecham and the Science of Optics : Perspectiva communis*, edited with an introduction, English translation and critical notes by D.C. Lindberg. Madison, Wisconsin University Press, 1970.
- TOBIN, R. (1990). Ancient Perspective and Euclid's Optics. *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 53 : 14-41.
- WHITE, J. (1951). Developments in Renaissance Perspective. *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 14 : 42-69.
- (1967). *The Birth and Rebirth of Pictorial Space*. London, Faber & Faber.
- WITELLO, E.C. (O). *Opticæ Thesaurus [...] Vitellonis Thuringopoloni libri X*. With an introduction by D.C. Lindberg. New York : Johnson Reprint Corporation, 1972.
- (P) *Witelonis Perspectivæ liber primus. Book I of Witelo's Perspectiva*, an english translation with introduction and commentary [...] by S. Unguru, Wrocław/Warszawa/Kraków/Gdansk, Ossolineum, 1977.