

Cyrille Michon

## Les condamnations de 1277 et la naissance de la science moderne. Perspectives cavalières sur la thèse de Duhem

Parler d'engendrement mutuel de la science et de l'Europe, c'est dire que la science fait (ou a fait) l'Europe et que l'Europe fait (ou a fait) la science. On peut concevoir la relation de manière synchronique : la vie scientifique à un moment donné a participé à la constitution d'une communauté européenne, ou de manière diachronique : il y a eu un engendrement de la science par l'Europe, c'est-à-dire par la culture européenne, ce qui ne pourrait se comprendre, me semble-t-il, que dans le sens où une culture a progressivement produit ce que l'on convient d'appeler « science ». Posons la question grossièrement : pourquoi la science est-elle née en Europe, pourquoi à cette époque, et non au sein d'une autre civilisation et/ou à une autre époque ? Y a-t-il une explication, ou est-ce seulement un fait contingent qui aurait pu ne pas se produire, la culture indienne ou chinoise donnant lieu à la physique mathématique, ou encore la culture musulmane, qui disposa avant la culture chrétienne des mêmes bases théoriques de la philosophie naturelle ?

Cette question renvoie à la thèse de l'engendrement de la science moderne par la culture médiévale, défendue par Pierre Duhem dans ses ouvrages d'histoire des sciences, des *Origines de la statique* (1905) au *Système du Monde* (achevé/inachevé en 1916 et publié intégralement en 1958). La thèse a été critiquée, les connaissances de Duhem ont été dépassées et ses interprétations contestées. Elle n'est pourtant pas morte, et, avec des aménagements, de grands historiens des sciences s'inscrivent encore dans son sillage. Sans compter que la masse de documents lus, traduits, commentés par Duhem est telle que le *Système du monde* a longtemps été, et reste peut-être encore, une mine et une porte d'entrée privilégiée pour toute recherche sur la pensée médiévale en matière de cosmologie. Les compétences mises en jeu par Duhem et

par les historiens qui l'ont suivi sont telles qu'il me serait bien impossible de prétendre apporter mon grain de sel. Mais la question est intéressante, et je propose les remarques qui suivent plus comme une introduction au débat. Je vais commencer par préciser la thèse de Duhem, évoquer à grands traits ses arguments, et proposerai pour finir quelques éléments de réflexion.

### *La thèse de Duhem*

Il convient de distinguer une thèse étroite et une thèse large, ou plutôt une thèse négative et une thèse positive. La première porte sur la mise en cause de la physique aristotélicienne, qui rend possible, voire appelle, la constitution d'une nouvelle physique. La seconde porte sur ces éléments de nouvelle physique, dont Duhem voit la constitution commencer dès le XIV<sup>e</sup> siècle et conduire graduellement à l'avènement de la mécanique et de la physique mathématisée de Galilée, Descartes et Newton.

La thèse étroite et négative assigne la naissance de la science moderne au jour des condamnations de 1277, soit le 16 mars de cette année (à quoi on pourrait ajouter une condamnation semblable faite quelques mois plus tard à Oxford, par Robert Kilwardby). Ces condamnations furent le résultat d'une enquête demandée par le pape à l'évêque de Paris, à propos de certaines thèses enseignées dans les écoles et qui pouvaient troubler les esprits. Sept ans plus tôt (1270), le même évêque avait déjà sanctionné treize thèses que l'on associe aux doctrines d'Aristote irrecevables par la foi chrétienne, mais mises en avant par le Commentateur, Averroès : notamment l'éternité du monde et l'unicité de l'intellect. Ces thèses étaient enseignées, ou au moins présentées, dans la faculté des arts, ce qui avait déjà suscité de violentes diatribes de la part de certains théologiens, notamment Bonaventure (dans ses *Collationes in Hexaemeron* en 1267). Deux ans plus tard (1272), les maîtres ès arts avaient eux-mêmes promulgué un statut où ils s'interdisaient de s'exprimer en matière de pure théologie, et s'obligeaient à défendre la foi en cas de sujet mixte, relevant des deux disciplines. Alain de Libera parle ainsi des condamnations de 1277 comme de la conclusion d'un syllogisme répressif dont la majeure est constituée par celles de 1270 et

la mineure par le statut de 1272<sup>1</sup>. Mais alors qu'il s'agit bien d'une intervention de l'autorité dans le champ de la philosophie, qui élargit les condamnations de 1270 à de nombreux thèmes de cosmologie péripatéticienne (219 articles sont condamnés, mettant en cause des nécessités qui s'imposeraient à Dieu même quant à la constitution du monde ; la nature des substances séparées, anges ou intelligences, le déterminisme psychologique, le statut des accidents, celui de la matière et de la forme, et quelques questions de théologie révélée), Duhem prétendit qu'elles avaient libéré la philosophie naturelle du joug grandissant de l'aristotélisme.

Cette thèse fut énoncée à plusieurs reprises par Duhem, la première fois dans ses *Etudes sur Léonard de Vinci* :

S'il nous fallait assigner une date à la naissance de la Science moderne, nous choisirions sans doute cette année 1277 où l'évêque de Paris proclama solennellement qu'il pouvait exister plusieurs Mondes, et que l'ensemble des sphères célestes pouvait, sans contradiction, être animé d'un mouvement rectiligne<sup>2</sup>.

On voit que, des 219 articles condamnés par l'évêque de Paris comme erreurs, proférées ou non, par certains maîtres ès arts, voire certains théologiens, de l'université de Paris, Duhem en retient deux :

- l'article 34 (27) qui soutient que la cause première ne peut pas faire plusieurs mondes ;
- l'article 49 (66) qui pose que Dieu ne peut pas déplacer le monde en ligne droite laissant ainsi un espace vide<sup>3</sup>.

---

1. A. de Libera, *Raison et foi. Archéologie d'une crise d'Albert le Grand à Jean-Paul II*, Paris, éd. du Seuil, 2003, p. 218.

2. P. Duhem, *Etudes sur Léonard de Vinci*, vol. II, Montreux, éd. des Archives contemporaines, 1984 [1909], p. 412.

3. Soit, en latin : 34 : « Quod Prima Causa non posset plures mundos facere. 49. Quod Deus non possit movere caelum motu recto. Et ratio est quia tunc relinqueret vacuum. » Dans le texte qui suit, le premier numéro est celui du Cartulaire de l'université de Paris (*Chartularium universitatis parisiensis*) édité par Denifle et Châtelain en 1889, le second celui du P. Mandonnet qui avait réalisé une organisation thématique, reprise par R. Hissette dans son *Enquête sur les 219 articles condamnés à Paris le 7 mars 1277*, Louvain-la-Neuve, publ. univers., 1977. L'édition de référence avec la traduction française (et des commentaires) est maintenant celle de D. Piché, *La Condamnation parisienne de 1277*, Paris, Vrin-Sic et Non, 1999. L'étude philologique la plus poussée reste celle de L. Bianchi, *Il*

Pour Duhem, la négation de ces deux articles ruine plusieurs principes essentiels de la *Physique* d'Aristote : l'impossibilité du vide, la conception de l'espace comme surface d'un corps concret, la négation de l'infini, et celle de la centralité de la Terre. Mais au-delà de ces deux articles, c'est aussi l'affirmation de la toute-puissance de Dieu (mise en cause par ces articles et au moins une cinquantaine d'autres) qui libère la pensée du cadre aristotélécien. Dans le *Système du monde*, il reprend son verdict :

Etienne Tempier et son conseil, en frappant ces propositions d'anathème, déclaraient que pour être soumis à l'enseignement de l'Eglise, pour ne pas imposer d'entraves à la toute-puissance de Dieu, il fallait rejeter la Physique péripatéticienne. Par là, ils réclamaient implicitement la création d'une Physique nouvelle que la raison des chrétiens pût accepter. Cette Physique nouvelle, nous verrons que l'Université de Paris, au XIV<sup>e</sup> siècle, s'est efforcée de la construire et qu'en cette tentative elle a posé les fondements de la Science moderne ; celle-ci naquit, peut-on dire, le 7 mars 1277, du décret porté par Monseigneur Etienne, évêque de Paris ; l'un des principaux objets du présent ouvrage sera de justifier cette assertion<sup>4</sup>.

Ailleurs dans l'ouvrage, Duhem attribue à son collègue Dufourq l'idée que 1277 contient le germe de la révolution. Il dut être séduit par l'idée qui donnait une sorte de couronnement en forme de morceau de bravoure à la thèse plus générale que la science moderne, et particulièrement la mécanique qui, contrairement à la statique ou à l'astronomie, est alors présentée comme une nouveauté absolue, comme le vecteur de la révolution scientifique des Temps Modernes, est en fait le résultat d'une lente progression vers la lumière, dont les racines plongent dans l'Antiquité grecque, et dont la reprise active se produit notamment au XIV<sup>e</sup> siècle. Mais la référence à 1277 lui permet de dire : « Ce qui tout d'abord a eu raison de la Physique péripatéticienne, ce n'est pas une physique nouvelle et correctement tirée de l'expérience, c'est la Théologie<sup>5</sup>. »

---

*vescovo e i filosofi. La condanna parigina del 1277 e l'evoluzione dell'aristotelismo scolastico*, Bergamo, Pierluigi Lubruna, 1990 (Quodlibet 6).

4. P. Duhem, *Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 vol., Paris, Hermann, 1913-1959, vol. VI (1954), p. 66.

5. P. Duhem, *op. cit.* in n. 4, vol. VIII, p. 119.

La thèse large est plus ancienne que la thèse sur les condamnations de 1277 : elle est énoncée dès les *Origines de la statique* de 1905. Et c'est au fond cette histoire que raconte le *Système du monde*, et dont les trois volumes d'*Etudes sur Léonard de Vinci* illustrent le dernier segment<sup>6</sup>. Cette thèse générale sur les origines de la science moderne et ce qu'on a convenu d'appeler la « continuité » du Moyen Age et des Temps Modernes est nourrie par un prodigieux travail de lectures des textes médiévaux, qui fait que ces ouvrages de Duhem, un siècle après leur rédaction, demeurent une source, ou du moins un guide encore utile dans un premier temps, parce que Duhem sélectionne les sujets, les textes, et qu'il les traduit. A considérer non plus ce qui détruit Aristote, mais ce qui le remplace, dans une lettre correspondant à la publication du troisième volume des *Etudes*, en 1913, s'en prenant à une vision du Moyen Age comme d'une parenthèse pour le savoir, Duhem peut écrire :

Une connaissance plus exacte des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge, nous conduit à réformer ce jugement. Elle nous apprend qu'au XIV<sup>e</sup> siècle les maîtres de Paris, rebelles à l'autorité d'Aristote, avaient construit une dynamique entièrement différente de celle du Stagirite ; que cette dynamique contenait déjà, en ce qu'ils ont d'essentiel, les principes appelés à recevoir, de Galilée et de Descartes, une forme mathématique précise et la confirmation expérimentale ; que ces doctrines parisiennes s'étaient, dès le début du XV<sup>e</sup> siècle, répandues en Italie, où elles avaient rencontré une vive résistance de la part des Averroïstes, gardiens jaloux de la tradition d'Aristote et du grand commentateur ; qu'elles avaient été adoptées, au cours du XVI<sup>e</sup> siècle, par la plupart des mathématiciens ; enfin que Galilée, dans sa jeunesse, avait lu plusieurs des traités où se trouvaient exposées ces théories appelées à recevoir de lui un développement magnifique<sup>7</sup>.

Pour que la thèse de la continuité soit assurée, il fallait non seulement montrer que les conceptions modernes avaient été anticipées, au moins

---

6. La fin de la Préface au III<sup>e</sup> volume des *Etudes sur Léonard de Vinci* énonce cette thèse large « Si l'imprimerie avait été trouvée deux siècles plus tôt, elle eût publié, au fur et à mesure qu'elles étaient composées, les œuvres qui, sur les ruines de la Physique d'Aristote, ont posé les fondements d'une Mécanique dont les temps modernes sont justement fiers », P. Duhem, *op. cit.* in n. 2, p. XIII.

7. Texte cité par J. Murdoch dans « Pierre Duhem and the history of late medieval science and philosophy in the latin West », R. Imbach, A. Maierù (éd.), *Gli studi di filosofia medievale fra Otto e Novecento. Contributo a un bilancio storiografico*, Rome, 1991, p. 253

en partie, par les Médiévaux, mais établir que ces doctrines médiévales avaient été transmises et qu'elles avaient été connues des Modernes.

Dans cette perspective, ce n'est alors plus le 16 mars 1277 qui est l'origine de la science moderne, mais bien plutôt l'œuvre du maître ès art parisien Jean Buridan, notamment :

Si l'on voulait, par une ligne précise, séparer le règne de la Science antique du règne de la Science moderne, il la faudrait tracer, croyons-nous, à l'instant où Jean Buridan a conçu cette théorie, à l'instant où l'on a cessé de regarder les astres comme mus par des êtres divins, où l'on a admis que les mouvements célestes et les mouvements sublunaires dépendaient d'une même Mécanique.<sup>8</sup>

Enfin, pour achever le tout, il fallait expliquer l'erreur de perspective qui attribuait aux Modernes une sorte de commencement absolu, et Duhem estime que cette erreur tient d'abord aux Modernes eux-mêmes :

Lorsque toutes ces modifications de détail eurent été faites, l'esprit humain, embrassant d'un regard le résultat de ce long travail, reconnut avec surprise qu'il ne restait rien de l'ancien palais et qu'un palais neuf se dressait à sa place. Ceux qui, au XVI<sup>e</sup> siècle, prirent conscience de cette substitution d'une science à une autre furent saisis d'une étrange illusion ; ils s'imaginèrent que cette substitution avait été soudaine et qu'elle était leur œuvre ; ils proclamèrent que la Physique péripatéticienne, ténébreux repaire de l'erreur, venait de crouler sous leurs coups et que, sur les ruines de cette physique, ils avaient bâti, comme par enchantement la claire demeure de la vérité. De l'illusion sincère ou erreur orgueilleusement volontaire de ces hommes, les hommes des siècles suivants furent dupes ou complices. Les physiciens du XVI<sup>e</sup> siècle furent célébrés comme des créateurs auxquels le monde devait la renaissance des sciences, ils n'étaient, bien souvent, que des continuateurs, et, quelquefois des plagiaires<sup>9</sup>.

Bien sûr la thèse étroite et la thèse élargie sont parfaitement compatibles : les condamnations de 1277 seraient l'origine des développements les plus ingénieux du XIV<sup>e</sup> siècle qui seraient eux-mêmes les prolégomènes de la science galiléenne. Selon Duhem, l'expérience a fait le travail pour l'astronomie et la dynamique, la théologie pour le reste<sup>10</sup>. Autrement dit, la thèse de Duhem devrait être

---

8. P. Duhem, *op. cit. in n. 2*, vol. III, Préface, p. IX-X.

9. P. Duhem, *op. cit. in n. 4*, vol. VII, p. 3-4.

10. « En la substitution de l'Astronomie des excentriques et des épicycles à l'Astronomie des sphères homocentriques, l'expérience avait seule agi ; elle jouera

énoncée ainsi : la science du XVII<sup>e</sup> est à la fois précédée et influencée par les (découle des) travaux réalisés au XIV<sup>e</sup> siècle, lesquels procèdent d'un abandon progressif des thèses aristotéliennes et du rôle de la métaphysique, le tout étant déclenché ou catalysé par les condamnations de 1277<sup>11</sup>. Mais on pourrait tout à fait retenir la thèse large sans la thèse étroite, l'importance du XIV<sup>e</sup> siècle, sans donner tant d'importance aux condamnations de 1277 ; et inversement.

Il est vrai, et on l'a souvent souligné, que cette thèse et ses illustrations sont informées par un biais idéologique fort. L'histoire que raconte Duhem illustre :

– sa conception de la science (exprimée dans *La Théorie physique*, et illustrée déjà pour l'histoire de l'astronomie dans *Sauver les phénomènes*) pour ce qui est de l'épistémologie, et l'idée quasi conventionnaliste, instrumentaliste en tout cas des hypothèses (astronomie) – ou encore son anti-réalisme et son aversion pour les théories métaphysiques (dans *La Théorie physique*, le mécanisme de Descartes, dans *Sauver les phénomènes*, le réalisme de Copernic ou de Galilée, dans le *Système du monde*, les principes métaphysiques d'Aristote) ;

– la parfaite compatibilité de cette conception de la science avec la foi religieuse (physique de croyant) qui devient même un moteur externe, et qui (contrairement à ce que l'on pouvait croire à l'époque du néo-thomisme) s'accommode parfaitement de la méfiance à l'égard de la métaphysique<sup>12</sup> ;

---

encore un rôle important en la destruction de la Dynamique d'Aristote, en la création de a Dynamique nouvelle ; hors ces deux circonstances, elle contribuera fort peu à la substitution des idées nouvelles aux idées anciennes ; cette substitution résultera de discussions philosophiques, et ces discussions elles-mêmes seront issues, la plupart du temps, du désir de rien admettre comme vrai qui ne soit conforme à l'orthodoxie catholique, du souci de ne point encourir les condamnations portés par l'autorité ecclésiastique ; on peut dire que les excommunications prononcées à Paris le 7 mars 1277, par l'évêque Etienne Tempier et par les docteurs en Théologie furent l'acte de naissance de la Physique moderne », P. Duhem, *op. cit. in* n. 4, vol. VII, p. 4.

11. Selon J. Murdoch (art. cit. in n. 7), le *Système du monde* contient quatre grandes thèses : 1) le rôle de 1277 ; 2) le XVII<sup>e</sup> est dans le XIV<sup>e</sup> ; 3) les acquis du XIV<sup>e</sup> ; 4) la distinction Paris – Oxford.

12. Voir la déclaration en réponse à Abel Rey dans « Physique de croyant » (reproduit en appendice de *La Théorie physique*) : « Constamment, en effet, je me

– une certaine fierté nationale, manifeste dans sa comparaison des écoles d'Oxford et de Paris, qui va s'accroissant avec l'approche de la guerre<sup>13</sup>.

On cite ainsi, pour l'accabler, ces déclarations à propos du long effort qui a conduit à la science moderne :

Cet effort, il a pris appui sur la plus ancienne et la plus resplendissante des Universités médiévales, sur l'Université de Paris. Comment un parisien n'en serait-il pas fier ?

Ses promoteurs les plus éminents ont été le picard Jean Buridan et le normand Nicole Oresme. Comment un français n'en éprouverait-il pas un légitime orgueil ?

Il a résulté de la lutte opiniâtre que l'Université de Paris, véritable gardienne, en ce temps-là, de l'orthodoxie catholique, mena contre le paganisme péripatéticien et néoplatonicien. Comment un chrétien n'en rendrait-il pas grâce à Dieu<sup>14</sup> ?

Mais réduire à ces biais les jugements de Duhem, comme l'a fait Michel Puech<sup>15</sup>, en accusant Duhem d'avoir pratiqué une « contre-histoire des sciences », divisant en deux catégories, les bons et les méchants, les penseurs selon qu'ils étaient ou non français, qu'ils étaient ou non catholiques, me semble assez aberrant. Il faut voir les explications, pas seulement l'archéologie, de ces jugements. Et il faut noter le paradoxe d'un catholique faisant l'éloge des nominalistes contre Thomas d'Aquin en plein renouveau thomiste, en prônant leur « orthodoxie », et en

---

suis proposé de prouver que la Physique procédait par une méthode autonome, absolument indépendante de toute opinion métaphysique ; j'ai minutieusement analysé cette méthode, afin de mettre en évidence, par cette analyse, les caractères propres et l'exacte portée des théories qui résument et classent les découvertes, à ces théories j'ai refusé tout pouvoir de pénétrer au-delà des enseignements de l'expérience, toute capacité de deviner ce qui se cache sous les données sensibles ; par là j'ai dénié à ces théories le pouvoir de tracer le plan d'aucun système métaphysique, comme aux doctrines métaphysiques le droit de témoigner pour ou contre aucune théorie physique. »

13. Il faut néanmoins noter que l'opposition entre Parisiens et Oxoniens est plus importante que les observations sur les Allemands. Duhem change toutefois de jugement, avec l'approche de l'affrontement franco-allemand, sur Nicolas de Cues, précurseur de la science de l'infini, dans les *Etudes*, et du verbiage idéaliste, dans le *Système*.

14. P. Duhem, *op. cit.* in n. 2, Préface générale, p. XIII-XIV.

15. M. Puech, « L'histoire des sciences selon Duhem, une crypto-théologie de la Providence », *Raison présente*, n° 119, 1996, p. 59-86.



soulignant le rôle joué par la « théologie ». Les travaux ultérieurs de Gilson donnèrent une tout autre image de la pensée médiévale et de sa trajectoire (le XIV<sup>e</sup> est considéré comme le siècle de la « décadence de la scolastique », alors qu'il constitue pour Duhem, et à raison, son âge d'or).

Les historiens de divers bords le reconnaissent tous : le rôle fondateur de Duhem dans l'histoire de la science médiévale, la masse incroyable de textes lus, importants, rendus disponibles, l'intérêt des domaines qu'il a labourés (astronomie : mouvement des astres, composition des astres, conception de la matière, de l'espace, du temps, question du vide, latitude des formes, chute des corps, mouvement des projectiles), et des thèses qu'il a défendues. Marshall Clagett affirmait ainsi (1959) que toute étude ultérieure de la science médiévale en serait une extension ou une réfutation<sup>16</sup>.

### *Les arguments*

Sans prétendre rendre compte de l'argumentation de Duhem et de son interprétation des doctrines médiévales, on peut au moins passer en revue ces « acquis du XIV<sup>e</sup> siècle » qu'il présente comme les premiers pas de la science moderne.

Commençons par l'astronomie, qui était censée constituer le thème central du *Système du monde*. On connaît l'argument ressassé par Duhem dans *Sauver les phénomènes*<sup>17</sup>. Le prélude au système copernicien se trouve dans celui qu'il devait remplacer, car le ralliement de beaucoup au système astronomique de Ptolémée s'opposait à la conception physique d'Aristote et d'Averroès des sphères homocentriques. On pouvait sans doute tenir les deux ensemble moyennant le distinguo de l'astronomie qui doit seulement « sauver les phénomènes » et de la physique qui cherche à dire ce qu'il en est réellement des cieux, des astres et de leur mouvement. Mais le système des épicycles et des excentriques était en contradiction avec la

---

16. Cité par J. Murdoch, art. cit. in n. 7.

17. P. Duhem, *Sauver les phénomènes. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée. Sozein ta phainomena*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 2005 [1908].

cosmologie du *Traité du ciel* et portait au moins en germe la fin de la cosmologie des sphères. Sans compter que l'astronomie donnait le modèle d'une science mathématisée des phénomènes. Encore fallait-il penser l'unité, l'homogénéité du monde sublunaire et du monde supralunaire, que la révolution de Copernic allait imposer. Mais nous venons de voir comment Duhem montrait que c'était déjà chose faite par Jean Buridan pour ce qui concerne le mouvement, Buridan éliminant le recours aux intelligences motrices. Quant à l'homogénéité matérielle de la Terre et du ciel, elle avait été admise par Guillaume d'Ockham, au nom du principe d'économie ontologique<sup>18</sup>, alors que Buridan se ralliait encore à l'immatérialité des astres. Il faut évidemment mentionner ici les arguments de Nicole Oresme en faveur de la possibilité d'un mouvement diurne (rotation) de la Terre, arguments que Duhem jugeait très supérieurs à ceux de Copernic. Et rappeler qu'Oresme s'était rallié à la thèse de la possible pluralité des mondes, que le syllabus de Paris avait fondée sur la puissance divine, mais pour laquelle Oresme donna des arguments physiques qui contribuèrent un peu plus à ruiner la physique d'Aristote : la Terre n'est que le centre de ce monde, parce qu'elle coïncide avec son centre de gravité, mais elle pourrait être dans le ciel, et n'être qu'une planète, opinion que reprendront Nicolas de Cues, Léonard de Vinci, puis Copernic et Giordano Bruno<sup>19</sup>.

La Dynamique était l'objet des *Etudes sur Léonard de Vinci*, et reste très présente dans le *Système du monde*. Evidemment la théorie de l'*impetus* (initiée par Ockham, développée par Buridan et Albert de Saxe) était une théorie générale qui permettait de se débarrasser des explications aristotéliennes du mouvement des projectiles poussés par l'air déplacé en vertu du principe que tout mouvement suppose un moteur. Dans sa critique des arguments d'Aristote, au nom de l'expérience, les textes de Buridan font penser aux pages de Galilée dans

---

18. *In II Sent.* d. 22 (*Opera theologica*, vol. V, 1981).

19. P. Duhem, *op. cit.* in n. 2, vol. III, p. 374-375 : « Oresme n'a pas été seulement précurseur de Copernic en défendant le mouvement diurne de la terre contre les arguments péripatéticiens ; il l'a été aussi, et surtout, en formulant une théorie de la pesanteur qui rendit possible la révolution copernicienne. Audacieusement novatrice, car elle impose des axiomes identiques à la Mécanique des mouvements célestes et à la Mécanique des mouvements sublunaires, cette théorie sera celle des astronomes de la nouvelle école, proposée pour la première fois par Képler, viendra la supplanter. »

le *Dialogue*<sup>20</sup>. En appliquant sa théorie de l'*impetus* non seulement au mouvement violent des projectiles, mais également à la chute des corps, dont la vitesse de chute conduisait à l'addition d'*impetus* nouveaux, Buridan anticipait également, selon Duhem, sur la loi de Galilée. Pour en revenir à la mécanique céleste, Duhem voyait aussi dans la chiquenaude initiale qui faisait tourner les astres indéfiniment, puisqu'ils n'éprouvaient pas de résistance à leur *impetus*, un embryon du principe d'inertie (conçu pour un mouvement de rotation, il est vrai, mais chez Galilée aussi).

Les travaux de Galilée sur la chute des corps et le mouvement des projectiles trouvent également des origines dans les discussions sur la latitude des formes, l'augmentation et diminution (*intensio* et *remissio*) des qualités. Le sujet du plus et du moins dans l'ordre qualitatif avait des origines dans la philosophie d'Aristote (*Catégoriques*) et dans la théologie (l'augmentation possiblement infinie de la charité), et depuis le XIII<sup>e</sup> siècle on avait devisé sur le mode de cette augmentation (par succession de formes ou par addition de parties). L'hypothèse d'une addition quantitative dans la qualité donna lieu à des spéculations très serrées, de métaphysique et de mathématique, notamment quand on envisagea le rapport de l'intention et de la rémission des formes au temps, donc la vitesse, et, la vitesse étant elle-même conçue comme une forme, la vitesse de la vitesse, l'accélération. La spéculation sur la latitude des formes pouvait ainsi rejoindre celle sur les proportions des mouvements, débattus notamment par les maîtres d'Oxford (les calculateurs : Bradwardine, Burley, Heytesbury, Swineshead). Ceux-ci distinguèrent mouvements uniforme et difforme, uniformément difforme et difformément difforme (autrement dit accélération constante ou variée), et même uniformément et difformément difformément difforme,

---

20. Voir les « Questions sur la Physique », vol. VIII, q. 12 (*Subtilissimae Quaestiones super octo Physicorum libros Aristotelis*, 1509, Paris. Rpr. 1964, as *Kommentar zur Aristotelischen Physik*, Minerva, Frankfurt a. M. [QM]), à propos de sa théorie, Buridan écrit : « On doit tenir pour cette explication, d'une part, parce que les autres explications se montrent fausses et, d'autre part, parce que tous les phénomènes s'accordent avec cette explication-ci », et dans les « Questions sur le traité Du ciel », vol. III, q. 2 : « Si vous trouviez une autre manière qui puisse sauver, à la fois, l'opinion d'Aristote et les apparences, je tiendrais volontiers cette autre explication ; les autorités : je les nie ».

base de toute cinématique mathématique<sup>21</sup>. Duhem fait gloire à Albert de Saxe d'avoir le premier énoncé le principe selon lequel la chute des corps était un mouvement uniformément difforme, ou accéléré, commettant la faute que Galilée fit aussi avant de se corriger, de rendre la vitesse proportionnelle à l'espace parcouru et non au temps de chute.

Le résultat majeur de cette analyse de la latitude de la vitesse en termes de proportions, noté par tous les historiens, est le fameux théorème de la vitesse moyenne auquel parvinrent les maîtres ès arts, souvent nominalistes de Paris (Duhem parle de la règle d'Oresme), et les dits « calculateurs » d'Oxford (en fait antérieurs) : « En un mouvement uniformément varié (accéléré), le chemin parcouru est le même qu'en un mouvement uniforme (vitesse constante), de même durée, dont la vitesse serait la moyenne entre les deux vitesses extrêmes du premier mouvement<sup>22</sup>. » Ce théorème était le cas particulier de l'idée que « l'intensité d'une qualité uniformément difforme se mesure par le degré moyen de cette intensité » (*latitudo uniformiter difformis gradui medio correspondet*), et qu'illustrera Jean Mair, cité par Duhem, de manière populaire : « De même lorsque nos maîtres déposent entre les mains du chancelier, au sujet des candidats à la licence, des notes qui ne sont pas uniformes, ils les faut réduire à l'uniformité ; une moitié des notes assignerait à Socrate le premier rang ; l'autre moitié lui donnerait le

---

21. Albert de Saxe rappelle qu'on pouvait parler d'uniformité de la vitesse quant au temps (comme on l'a fait ici) ou quant aux parties du corps (la chute d'un grave est ainsi uniforme et irrégulière, le mouvement d'une roue peut être régulier sans être uniforme), il propose d'appeler la première « régularité » et la seconde « uniformité ». Mais l'usage n'a pas suivi Albert, et a réservé plutôt l'« uniformité » au temps. On peut lire ses *Questions sur le traité Du ciel. Alberti de Saxonia Quaestiones in Aristotelis De caelo*, ed. Benoit Patar, coll. « Philosophes médiévaux » LI, Louvain-la-Neuve : Peeters, 2008.

22. Pour comparaison, Galilée, Théorème I du traité *De motu naturaliter accelerato*, dans la 3<sup>e</sup> journée des *Discorsi* : « Le temps qu'un mobile partant du repos et mû d'un mouvement uniformément accéléré emploie à parcourir un certain espace est égal au temps que le même mobile emploierait à parcourir le même espace d'un mouvement uniforme dont le degré de vitesse serait la moitié du degré suprême et ultime de la vitesse du mouvement uniformément accéléré », *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles*, Paris, PUF, 1995, introd., trad., notes et index par M. Clavelin.

troisième rang ; il y a alors autant de raison pour qu'il occupe le premier rang que le troisième ; on le réduit au second rang<sup>23</sup>. »

Duhem remarque qu'en développant son analyse, Nicole Oresme avait ressenti le besoin de penser une vitesse instantanée et qu'il en a donné une définition circulaire (la vitesse en un point est celle que le mobile aurait s'il continuait à vitesse constante au-delà). Il fait surtout la remarque que la méthode géométrique utilisée par Nicole Oresme<sup>24</sup> pour démontrer ce théorème et d'autres est une anticipation de la géométrie analytique de Descartes, avec des coordonnées géométriques. La qualité considérée (la forme) est représentée par une ligne (longueur ou largeur), l'intensité par une ligne perpendiculaire, et la mesure de la qualité par le produit des deux, ce qui donne donc une aire rectangulaire. S'agissant de mouvement, l'extension est assimilée au temps où dure cette vitesse, ou à l'espace parcouru (Albert de Saxe : *extensio secundum tempus vs secundum distantiam*). On comprend alors la base de la démonstration du théorème : une accélération constante conduit à construire une série de rectangles en progression constante, que Galilée réduira chacun à une simple ligne puisque la vitesse change à chaque instant, de sorte que l'on obtienne un triangle dont l'aire corresponde à la vitesse du corps pendant tout le temps du mouvement. Ce triangle est la moitié du rectangle qui serait formé en considérant la vitesse maximale, ou encore, il correspond au rectangle dont la base-extension correspondrait à la moitié du temps du mouvement. Le schéma d'Oresme est celui-là même (avec une rotation de 90°) que Galilée utilise quand il présente cette loi dans la 2<sup>e</sup> journée du Dialogue<sup>25</sup>. Mais Oresme ne l'applique pas à la chute des corps.

Un des résultats remarquables de l'enquête de Duhem dans les *Etudes* est d'avoir montré que la théorie du mouvement uniformément accéléré, découverte d'un côté par les Mertonien et par Oresme, et la considération de la chute des corps comme un mouvement uniformément accéléré (la vitesse est proportionnelle au temps de chute, donc les espaces franchis en des temps égaux sont entre eux comme les nombres

23. P. Duhem, *op. cit.* in n. 2, vol. III, p. 526, tiré de J. Major *In I Sent.*, d. 17, q. 18.

24. *Tractatus de figuratione potentiarum et mensuratione quantitatum*, ms.

25. P. Duhem, *op. cit.* in n. 2, vol. III, p. 579-580 : « Si quelque vue prophétique eût découvert les *Dialoghi delle scienze nuove* à Nicole Oresme, celui-ci n'eût-il pas été en droit de regarder Galilée comme son continuateur, tandis que la révélation de la *Géométrie* l'eût autorisé à revendiquer Descartes pour son disciple ? »

impairs successifs, ce qui revient à dire que les espaces traversés sont proportionnels aux carrés des temps de chute), pensée par Buridan (en excluant les explications péripatéticiennes), et mathématisée par Albert de Saxe, se trouvent réunies chez Domingo de Soto qui y fait référence comme à une vérité bien connue plutôt qu'il ne l'établit (son propos est plutôt de dire qu'il convient de dénommer par la vitesse moyenne la vitesse du corps en accélération constante)<sup>26</sup>.

Je termine par les articles des condamnations de 1277 qui, selon Duhem, ruinaient la physique péripatéticienne en affirmant la possibilité du vide, donc d'un espace distinct de toute matière, en détruisant la notion de lieu tenu pour la surface d'un corps et immobile. La possibilité de la pluralité des mondes semblait inacceptable à la fois parce qu'elle semblait imposer l'existence d'un vide entre les mondes, et qu'elle contredisait la physique du haut et du bas : un corps lourd situé dans le ciel d'un monde ne pourrait-il pas être attiré par le centre d'un autre monde plus que par le sien, et se comporter alors en son monde comme un corps léger ? Nombreux sont ceux qui abandonnèrent l'argument aristotélicien pour relativiser les notions de haut et de bas à un centre

---

26. Arrivé à ce point Duhem conclut : « Le labeur immense dont les pages précédentes ont brièvement retracé l'histoire avait porté ses fruits ; on connaissait deux des lois essentielles de la chute des corps ; en faveur de ces lois, Galilée pourra bien apporter de nouveaux arguments, tirés soit du raisonnement, soit de l'expérience ; mais, du moins, il n'aura pas à les inventer » (P. Duhem, *op. cit. in* n. 2, vol. III, p. 562). Puis il continue avec l'examen de la lettre de Galilée à Paolo Sarpi du 16 octobre 1604, où Galilée pense encore que la vitesse s'accroît en fonction de l'espace parcouru et donc ne le conçoit pas comme un mouvement uniformément accéléré. Plus généralement sur la Dynamique parisienne au XIV<sup>e</sup> siècle : « Tel est en un quelques mots, le bilan des acquisitions faites, par la Science mécanique des Parisiens, entre le temps de saint Thomas d'Aquin et le temps d'Albert de Saxe. La Dynamique d'Aristote a été renversée de fond en comble ; on a posé les fondements d'une dynamique qui sera celle de Galilée, de Descartes, de Pierre Gassendi, de Torricelli, en attendant qu'elle soit celle de Huygens, de Leibniz et de Newton » (P. Duhem, *op. cit. in* n. 4, vol. VIII, p. 299). Plus tôt : « La dynamique que l'on enseignait à Paris, à partir du milieu du XIV<sup>e</sup> siècle, n'était pas encore la dynamique de Leibniz, de Huyghens et de Newton, qui donc s'en étonnerait ? Mais elle était déjà beaucoup plus qu'une ébauche de la Dynamique de Galilée et de Descartes ; n'est-ce pas assez pour gagner notre admiration à ceux qui l'ont substituée à la Dynamique ridicule du Péripatétisme ? n'est-ce pas assez pour leur mériter le titre de précurseurs de la Mécanique moderne ? » (P. Duhem, *op. cit. in* n. 4, vol. VIII, p. 225).

particulier. Quant au vide, si la possibilité de la création d'autres mondes semblait imposer la possibilité du vide entre ces mondes, Robert Holkot en conclut qu'il y avait déjà un vide pour recevoir ces mondes. Burley avait affirmé que les théologiens devaient accepter le vide. Et même si se posait alors la question de la mesure d'un tel espace, car la mesure suppose un corps, plusieurs contestèrent également ce principe (Henri de Gand, Jean de Ripa). Quant à l'article affirmant la possible translation du monde laissant un vide, il contredisait encore plus la physique d'Aristote : il imposait plus de vide, car tout déplacement est d'un lieu à un autre, il fallait donc un vide qui reçoive le monde déplacé, et le vide que le monde allait laisser derrière lui. Et il fallait penser dans le ciel un mouvement non circulaire. Mais les médiévaux se rendirent prêts à accepter ses conséquences, non seulement sur la base de la puissance divine et de l'article de Paris, mais parce qu'ils n'avaient pas été satisfaits par l'explication du mouvement de la sphère des fixes, pourtant sans lieu, selon la physique d'Aristote. Car ou bien le monde est dans un lieu, et ce lieu, n'étant pas un corps, est un vide (ce que Jean de Ripa soutient en vertu de l'art. 49 vers 1344), ou bien le monde est en un lieu en vertu de ses parties, et son déplacement autour d'un point fixe permet de dire qu'il est en un sens immobile en son lieu. Refusant l'immobilité d'un monde tournant autour d'un point, Buridan et Oresme envisagèrent l'idée d'un mouvement sans lieu propre, toujours physique, mais rapporté à un espace imaginaire par rapport auquel on puisse mesurer la vitesse du mouvement et de ses parties : un vide immobile. Duhem avait souligné l'importance de cette référence à un repère même seulement imaginaire pour penser le mouvement et pour le mesurer, et qui conduit aux portes d'une science du mouvement considéré pour lui-même<sup>27</sup>.

---

27. Il faudrait sans doute ajouter à tous ces arguments concernant la physique ceux que Duhem fait valoir pour l'histoire des mathématiques, et cela bien qu'il n'ait pas prêté une attention bienveillante à l'école d'Oxford et n'ait sans doute pas su apprécier Richard Swineshead à sa juste valeur, comme l'a montré Jean Celeyrette dans plusieurs articles (voir « Le statut des mathématiques dans la Physique d'Oresme », *Oriens-Occidens*, n° 3, avril 2000). Duhem a néanmoins souligné, outre les méthodes géométriques d'Oresme, la valeur des spéculations sur l'infini et le continu. Il a fait crédit à Grégoire de Rimini d'avoir anticipé la notion cantorienne de nombre transfini (P. Duhem, *op. cit.* in n. 4, vol. VII, p. 134), en acceptant et en justifiant l'idée d'un infini catégorique (catégorématique) ou actuel et non seulement l'infini en puissance, syncatégorématique, admis par de nombreux

Mentionnons enfin les considérations « épistémologiques » par lesquelles Duhem fait gloire à Buridan, notamment d'avoir su occuper la saine position d'un « positivisme chrétien », n'acceptant en matière de science que l'autorité de la raison et de l'expérience, dégagé donc de l'autorité d'Aristote, comme de celle de conceptions métaphysiques contraignantes, et cela en vertu du recours à la puissance divine. Buridan considérait que l'astronomie des épicycles et des excentriques ne visait qu'à sauver les apparences, tout comme la géométrie abstraite sauve les apparences des corps physiques. La foi ne joue pas de rôle au sein de l'explication scientifique, mais elle peut influencer de l'extérieur (comme la providence qui guide la sélection de théories), notamment en rendant caducs les dogmatismes philosophiques.

### *Eléments pour une discussion*

Il n'est évidemment pas possible de discuter ces éléments trop nombreux et trop allusifs. Mais on peut faire état de l'esprit qui anime les nombreuses critiques de la thèse ou des thèses de Duhem.

Concernant les condamnations de 1277, la thèse paraît outrée et n'est plus guère soutenue. Rappelons que l'histoire des condamnations a fait dans les trente dernières années (depuis 1977, date de leur édition critique par R. Hissette) de grands progrès, et montré qu'il s'agissait bien d'une censure conservatrice du pouvoir épiscopal (à la demande du pape), qui visait à interdire des erreurs, et limiter l'audace des philosophes ou de l'enseignement des philosophes (comme Siger de Brabant ou Boèce de Dacie, maîtres ès arts à Paris, et sans doute visés par plusieurs articles<sup>28</sup>). Préparées par un groupe d'éminents théologiens, ces condamnations auraient contribué à la promotion d'une orientation de la théologie (augustinienne) contre une autre (aristotélisante), et sans doute plus généralement une victoire des Franciscains sur les Dominicains. Le parti de Bonaventure l'aurait ainsi emporté sur le parti

---

penseurs au XIV<sup>e</sup> siècle. La spéculation sur le minimum et le maximum (par exemple à propos du poids qu'un homme peut porter : on ne peut assigner le poids maximum que Socrate peut porter, *maximum in quod sic* ; mais on peut assigner le poids minimum qu'il est incapable de porter, *minimum in quod non*) anticipe la notion de limite en excluant d'un ensemble de grandeurs la limite de cet ensemble.

28. Voir le travail de R. Hissette, *Enquête... op. cit.* in n. 3.



de Thomas d'Aquin, et avec lui, sur les maîtres ès arts qui revendiquaient une lecture intégrale d'Aristote.

Or, comme l'a souvent souligné Luca Bianchi, ce sont ces artiens qu'on appellera « averroïstes » qui proposent à la fin du XIII<sup>e</sup> siècle un programme de philosophie naturelle cohérent et autonome, et qui sont donc les « novateurs » et les promoteurs d'une émancipation du savoir, les premiers « savants », pourrait-on dire, dans l'Occident latin<sup>29</sup>.

Il faut ici sans doute corriger une perspective commune à Duhem et à Gilson. En intitulant la partie du *Système du monde* portant sur le XIV<sup>e</sup> siècle « Le reflux de l'aristotélisme », Duhem a décrit ce qu'il voit se produire dans certains textes de philosophie naturelle. Mais si l'on considère l'histoire des institutions, il faudrait plutôt considérer que c'est le siècle de la consécration d'Aristote, alors que le XIII<sup>e</sup> a vu constamment des tentatives de résistance à l'invasion de l'Université et de la théologie par les écrits du Stagirite. Le XIII<sup>e</sup> siècle est rythmé par les mises en garde et interdictions des livres naturels ou finalement des thèses aristotéliennes, tandis que le XIV<sup>e</sup> siècle voit progressivement être recommandée et imposée la lecture d'Aristote et de son Commentateur, Averroès, quand ils ne s'opposent pas à la foi. Les aristotélisants sont les novateurs, les progressistes, au XIII<sup>e</sup> siècle, mais ils sont au fond les conservateurs au XIV<sup>e</sup>.

Cela étant dit, qui permet sans doute de mieux apprécier les condamnations en elles-mêmes que par rapport à ce qui les suit, la thèse de Duhem porte sur le lien qui les unit à la physique du XIV<sup>e</sup> siècle, et de celle-ci avec celle du XVII<sup>e</sup> siècle. La question de leur signification et de leur interprétation doit donc être distinguée de celle de leur influence. Deux choses sont certaines : elles sont connues, et le seront longtemps (Caramuel les invoque encore dans ses objections aux *Méditations* de Descartes) ; elles sont critiquées et ne semblent pas imposer le silence à ceux qui s'y opposent (sans compter la contestation de leur universalité au nom de « elles ne traversent pas la mer » – Duns Scot –, voire « elles ne traversent pas les ponts »<sup>30</sup>). Dès la fin du XIII<sup>e</sup> siècle, alors que Raymond Lull s'en félicite, Godefroid de Fontaines demande si l'évêque

---

29. Voir notamment L. Bianchi, E. Randi, *Vérités dissonantes. Aristote à la fin du Moyen Age*, trad. de l'italien par C. Pottier, Paris, éd. du Cerf, 1993.

30. Voir L. Bianchi, *Censure et liberté intellectuelle à l'université de Paris. XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles*, Paris, les Belles Lettres, 1999, p. 217-224.

de Paris a péché en les proclamant<sup>31</sup>. Evidemment, l'une des raisons de cette perplexité est qu'elles avaient en partie touché les enseignements de Thomas d'Aquin, ce qui avait déclenché une polémique entre théologiens, et qu'en 1325, lors de la canonisation de « saint Thomas », l'évêque de Paris Etienne Bourret avait abrogé les condamnations le concernant. Ce point manifeste que les condamnations n'ont pas fermé la discussion, loin de là, mais il n'exclut pas qu'elles l'aient nourrie, notamment contre les partisans d'un aristotélisme strict en philosophie naturelle.

On peut contester l'importance des condamnations en faisant valoir que la plupart des articles n'ont guère fait l'objet de mentions ultérieures, mais l'argument se retourne alors pour ceux qui ont fait l'objet d'une mention. Outre les deux cités et commentés par Duhem, et outre ceux qui remettent en cause l'astronomie des moteurs célestes, Duhem lui-même, mais également plusieurs historiens postérieurs, au premier rang desquels Edward Grant, ont pu montrer l'importance des articles 139-140-141 sur la séparabilité des accidents, visant sans doute d'abord le dogme de l'eucharistie, et le maintien dans l'existence de qualités sans sujets<sup>32</sup>. Mais ils eurent aussi pour conséquence de permettre de penser des dimensions sans sujets, donc, en particulier, des dimensions de l'espace vide, et un mouvement sans sujet, favorisant ainsi une théorie du mouvement prise comme objet d'étude pour lui-même. On y ajoutera les articles sur la localisation des anges, leur mouvement local, y compris dans le vide, toutes choses refusées par Thomas d'Aquin (ce sont là des articles anti-thomistes), mais défendues par Scot, Ockham et Buridan, renforçant ainsi les idées évoquées plus haut, et annonçant les conceptions de l'espace de Hobbes, Locke, Gassendi et Newton.

On peut aussi faire valoir que la plupart des idées condamnées étaient promues avant 1277, notamment par ce parti « augustinien », mais également, pour certaines d'entre elles, comme les questions

---

31. M. de Wulf, A. Pelzer, *Les Quatre Premiers Quodlibets de Godefroid de Fontaines*, Quodlibeta III, q. 5, éd. de Louvain, 1904, p. 207-208.

32. De Grant, voir notamment « The Condemnation of 1277, God's absolute power and the physical thought in the late Middle Ages », *Studies in medieval science and natural philosophy*, Londres, 1981 (article XIII), et sur les questions de physiques relatives aux articles sélectionnés par P. Duhem, « Theories of space and vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution », *Much ado about nothing*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981.

relevant de la toute-puissance, par des dominicains comme Thomas d'Aquin. Ce dernier avait même eu recours à la puissance divine pour défendre la possibilité de l'éternité du monde défendue par Aristote : fausse en fait, comme la Révélation l'assure, elle était possible en droit, car Dieu aurait pu créer un monde éternel<sup>33</sup>. Je crois qu'alors on ne modifie pas substantiellement la thèse si l'on dit que c'est la théologie qui s'est exprimée lors des condamnations, et non l'acte même des condamnations qui a eu cette influence sur la pensée ultérieure.

Mais il paraît important de souligner que, même si le thème de la puissance absolue de Dieu, la possibilité d'une création qui ne correspondrait pas au cosmos aristotélicien, était admise au XIII<sup>e</sup> siècle, et si la limite de la toute-puissance a toujours été la contradiction logique, ce qui distingue les penseurs du XIV<sup>e</sup> siècle de ceux du XIII<sup>e</sup> est moins l'appel à la toute-puissance limitée par la seule contradiction que l'évaluation différente de ce qui est contradictoire (un espace vide, une matière sans forme, une qualité sans sujet). Qui plus est, cet appel à la toute-puissance est beaucoup plus fréquent au XIV<sup>e</sup> siècle, notamment en matière de philosophie naturelle. Et elle a poussé beaucoup à se demander, non seulement si d'autres lois que celles du monde actuel, c'est-à-dire du monde d'Aristote, étaient possibles, mais aussi comment elles seraient possibles étant donné le monde actuel, et finalement à se demander si certaines d'entre elles n'étaient pas actuelles.

On peut soutenir que beaucoup des références à la puissance divine ne font que donner une force dramatique au recours à l'imagination d'une situation contrefactuelle. Ces situations avaient été pensées par les auteurs antiques (Lucrèce, Architas), quand ce n'était pas par Aristote lui-même (vide, mouvement du ciel), même si c'était pour en refuser la réalité, voire la possibilité. Il n'y aurait donc pas de nouveauté véritable dans ce recours, même s'il a pu jouer un rôle de catalyseur. Ce point me paraît exact, mais il me semble qu'il convient de distinguer la physique *secundum imaginationem* qui n'a rien à voir avec des hypothèses contrefactuelles, comme c'est en gros le cas de l'étude de la latitude des formes, de l'astronomie réelle, ou de la théorie de l'*impetus*, et celle qui y fait recours comme les spéculations sur le vide, sur les astronomies

---

33. Voir Th. d'Aquin *La Querelle sur l'éternité du monde*, dirigé par C. Michon, Paris, Garnier-Flammarion, 2004.

parallèles ou sur diverses interventions possibles de Dieu dans le monde<sup>34</sup>.

Poser qu'une chose, qu'un phénomène, est possible (translation du monde, vide), ce n'est évidemment pas poser qu'elle est réelle, comme le notait Albert de Saxe<sup>35</sup>. La distinction de la puissance absolue (non-contradiction), et de la puissance ordonnée, qui rapporte le pouvoir à ce que Dieu a voulu, permettait tout à fait de soutenir que le monde était en fait le monde décrit par Aristote. Il n'est pas clair que l'ouverture des possibles soit libérateur, d'autant que l'on peut en faire un usage opposé, comme Galilée le rappelle en mettant dans la bouche de Simplicio l'argument d'Urbain VIII à la fin du *Dialogue* : même si les apparences sont contraires, même si la théorie de Galilée explique mieux le phénomène des marées, la toute-puissance de Dieu nous permet de penser qu'une autre explication, inconnue de nous, mais conforme à la physique aristotélicienne, est néanmoins à l'œuvre (Galilée lui-même avait répondu en disant que Dieu pourrait faire des oiseaux en or et des poissons en plomb, mais qu'il ne fallait pas imaginer sans raison qu'il ait pu ainsi agir contre la simplicité)<sup>36</sup>.

C'est peut-être là le point le plus important, et je voudrais distinguer deux aspects. Le premier est celui de la conception de la science que Duhem prête où reconnaît chez les médiévaux qu'il voit en précurseurs. Ce sont des « positivistes chrétiens » qui prétendent seulement « sauver les apparences », et donc pour qui la spéculation sur des hypothèses contrefactuelles a vraiment valeur de fabrication d'hypothèses. Buridan

---

34. Jean Celeyrette m'a fait remarquer que dans de nombreux textes anglais du XIV<sup>e</sup> siècle, la référence à la puissance de Dieu et au raisonnement contrefactuel pouvait fort bien se faire au moyen de l'expression *secundum ymaginationem*, mais il reste que l'on doit maintenir une distinction conceptuelle entre une expérience de pensée conforme à ce que nous savons mais hors de portée d'une expérience sensible (comme les spéculations sur la chute des corps ou l'intension des formes) et celle qui repose sur l'imagination d'une situation contraire aux faits, mais possible en vertu de la puissance divine.

35. « *Ad salvandum quod deus supernaturaliter extra mundum posset creare unum lapidem vel duos, vel unum alium mundum vel plures non oportet ponere quod de facto extra mundum sit spatium vel vacuum vel distantia vel aliquod tale* », *Quaestiones in de caelo*, op. cit. in n. 21, I, 9.

36. Voir L. Bianchi, « Uccelli d'oro e pesci di piombo. Galileo Galilei e la *potentia Dei absoluta* », M. Beonio-Brocchieri (ed.), *Sopra la volta del mondo*, Bergamo, Lubrina, 1986, p. 139-146.

fait ainsi route avec les astronomes de l'Antiquité contre Aristote et Averroès, avec Osiander, contre Copernic, ou avec Bellarmin contre Galilée (avec Pascal contre Descartes ?). Sans me prononcer sur la valeur de cette épistémologie, il me semble que beaucoup reconnaissent que les promoteurs de la science moderne, et plus récente, ont fait davantage de crédit au réalisme de leurs hypothèses, voulant dire ce qu'il en était du ciel ou du mouvement réel des corps. Le conventionnalisme pourrait être la bonne théorie de la théorie physique, mais le réalisme semble bien davantage être son moteur<sup>37</sup>.

Le deuxième aspect de cette physique des possibles nous ramène à la question du rapprochement des différentes innovations du XIV<sup>e</sup> siècle et de la physique du XVII<sup>e</sup>. C'est en grande partie parce qu'il s'agissait de pures spéculations, sans quasiment d'expérimentation, en raison de l'importance donnée à l'analyse du langage et au traitement logique des questions de philosophie naturelle, que John Murdoch a pu soutenir que la physique médiévale non seulement ne conduisait pas à Galilée, mais allait dans une tout autre direction (sans dire laquelle)<sup>38</sup>.

Depuis Koyré, on souligne ainsi des différences de méthode : la mathématisation, à commencer par la géométrisation, qui n'est que ponctuelle et sans portée pour analyser les mouvements réels (sauf en astronomie) chez les médiévaux, devient généralisée et vise à rendre compte d'une nature qui est écrite en signes mathématiques. L'idée (aristotélicienne) que seule une précision absolue peut prétendre à la vérité, et que l'impossibilité d'y parvenir en physique cantonne les calculs à des cas imaginaires idéaux, se voit remplacée par l'acceptation de l'approximation des calculs, et par le statut donné aux conditions idéales (comme le mouvement dans le vide ou la réduction d'un corps à un point) : elles permettent d'expliquer le complexe par le simple. Enfin, le recours à l'expérience, à peu près absent des spéculations médiévales, est pensé comme le test, réalisé ou non, de l'hypothèse explicative. Les expériences de pensée de Galilée n'ont pas le statut d'expériences imaginaires, elles visent à confirmer, abstraitement, l'explication des phénomènes réels.

---

37. C'est d'ailleurs ce dont convient également E. Grant, en désaccord, donc, avec P. Duhem, dans *La Physique au Moyen Age. VI<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles*, Paris, PUF, 1995.

38. J. Murdoch, art. cit. in n. 7.

On souligne également l'écart entre les notions ou les principes médiévaux et ceux des Modernes : l'*impetus* de Buridan est encore conçu comme une sorte de qualité inhérente au corps, cause du mouvement, et non pas comme ce qui en serait l'effet ; la notion de vitesse est irréductible à la vitesse instantanée ; on ne saurait trouver de principe d'inertie au sens propre ; quant à l'idée d'une invention de la géométrie analytique par Oresme, elle reste fondée sur une appréciation extrêmement favorable que fait Duhem de l'usage de coordonnées géométriques. On conteste aussi qu'ils aient anticipé les notions de masse, de force, de moment, etc.

Il faut encore faire valoir que les considérations les plus audacieuses et novatrices des maîtres ès arts parisiens et oxoniens restent perdues dans des masses de considérations annexes qui, le plus souvent, présentent le système aristotélicien. Le système n'est pas renversé, il est modifié à la marge, quand les auteurs n'estiment pas qu'il s'agit d'une lecture possible d'Aristote. Ockham et Buridan commentent le Stagirite et ne s'y opposent frontalement que très rarement, et, dans le cas d'Ockham, qu'au nom de considérations théologiques. Quant à Buridan, même s'il conteste des explications naturelles d'Aristote, il semble considérer que c'est être un bon disciple que de s'émanciper ainsi quand on y est poussé par la raison ou par l'expérience, et que c'est être un bon chrétien quand on y est poussé par la foi.

Conclusion générale : si l'on veut comprendre la nouveauté des Modernes, on ne peut pas s'en tenir à l'histoire des doctrines médiévales, il faut comprendre qu'une rupture culturelle s'est produite, un changement de métaphysique, et d'attitude face à l'autorité d'Aristote, lié également à la redécouverte de Platon et d'Archimède surtout, et que la révolution copernicienne en astronomie est un complet renversement de la physique qui se trouve subordonnée en un sens à l'astronomie, la Terre n'ayant plus de privilège ou de particularité qui fonde la philosophie naturelle. La révolution se produit quand le paradigme général est renversé. Bref, il convient de ne pas succomber à l'illusion rétrospective, en étudiant ou lisant les auteurs du Moyen Age à la lumière de la science du XVII<sup>e</sup> siècle, mais bien davantage pour eux-mêmes et à la lumière de leurs prédécesseurs immédiats.

J'avoue que cette remarque méthodologique me semble paradoxale, ou devrait conduire à refuser de lire Buridan à partir de Galilée, mais encouragerait à lire Galilée à partir de Buridan. Mais dans les deux cas,

on se poserait la question de ce qui annonce et de ce qui fait obstacle. Il me semble que la question devrait plutôt être comprise comme celle de l'intelligibilité de la révolution à partir de ce qui la précède. Ce qui revient à dire : ce qui suit nous serait-il intelligible sans ce qui précède ? Galilée aurait-il pu apparaître sans la scolastique, directement après l'Antiquité, ou même sans elle ? Plutôt que la notion de « précurseur », la notion féconde est celle de « préparation », et la question est de savoir si la science médiévale prépare en quelque sens la science moderne.

De ce point de vue, il me semble que les condamnations de 1277 ne rendent pas spécialement intelligibles, ne préparent pas, la physique du XVII<sup>e</sup> siècle, au sens où, même si elles n'avaient pas eu lieu, mais que les thèses avancées à l'époque par de nombreux théologiens l'avaient bien été, il n'aurait pas manqué grand-chose au récit de l'apparition de la physique nouvelle. Le cas est en revanche moins clair si ce que l'on voulait effacer était toute la physique du XIV<sup>e</sup> siècle : Galilée aurait-il pu construire sur un arrière-fond constitué seulement de la philosophie naturelle et des conceptions philosophiques en général du XIII<sup>e</sup> siècle ?

Par ailleurs, il paraît juste de noter que ce qui a été un obstacle à un moment peut également avoir été une condition favorable à un autre moment (antérieur). Ainsi, l'agenda aristotélicien forme un projet de science/philosophie de la nature, une liste de phénomènes à étudier, il favorise la conception d'une autonomie du savoir, mais il freine le développement de la science en léguant un système erroné, qui se durcit dans le dogmatisme, et impose donc des principes à surmonter. De même, l'Université a favorisé la circulation des idées en Europe, la diffusion de la méthode argumentative, elle a nourri la philosophie naturelle par la théologie, mais elle a également joué le rôle d'un organe de contrôle éventuellement répressif, ainsi que celui de propagateurs dogmatiques de la « science normale ». L'Église pourrait être située dans cette même catégorie des facteurs ambivalents. Dans le cadre des rapports de la raison et de la foi, son intervention autoritaire a joué un rôle contraignant, dont le procès de Galilée est le paradigme. Mais il convient de souligner aussi qu'elle a promu la discussion intellectuelle, favorisé le développement de la théologie spéculative, à la recherche de l'*intellectus fidei*, accepté, malgré des réticences, l'usage d'une philosophie naturelle issue du paganisme, et que la mathématisation de la nature a paru aux grands esprits du XVII<sup>e</sup> siècle (Galilée, Newton,

Leibniz) entièrement conforme à l'enseignement biblique selon lequel Dieu a tout fait « en nombre poids et mesure » (Sg 11, 21).

Nous pourrions considérer qu'il en va de même du thème de la puissance de Dieu. Il favorise le recours aux expériences imaginaires contrefactuelles qui élargissent les limites de la physique aristotélicienne, mais il conduit à une forme de conventionalisme chez Buridan, qui plaît à Duhem, mais qui ne semble pas un facteur de progrès, de dynamisme de l'enquête. Ou encore de la logique : on a progressivement reconnu depuis une cinquantaine d'années l'apport et le développement considérables des médiévaux, et son application systématique, subtile et inventive dans le jeu des *sophismata* et des *obligationes* à des questions de philosophie naturelle. Duhem en critiquait ces effets, mais ils font aujourd'hui l'objet d'une réévaluation plus positive, car ce fut souvent une manière de renforcer l'exigence de rigueur et de soumission à la discussion, quand ce n'était pas la voie de véritables innovations mathématiques, comme chez les Calculateurs d'Oxford.

Autrement dit et pour conclure, ce qui caractérise la préparation de la science moderne sur la longue durée dont le Moyen Age, et notamment le XIV<sup>e</sup> siècle, constitue une étape non négligeable, c'est au fond le rationalisme de la philosophie naturelle : entravé, limité, jamais aboli. Ce rationalisme est une caractéristique de l'Europe dans la diachronie des Grecs aux Temps Modernes. Il a connu des ralentissements et des impulsions, dont le coefficient n'est pas facile à mesurer. Il a surtout été transmis, et les auteurs du XIV<sup>e</sup> siècle ont certainement joué le double rôle de vecteurs du rationalisme et d'impulsion novatrice. C'est une caractérisation sans doute plus vague que celle de Duhem, qui concilie d'une certaine façon les opposés au sein d'un paradigme commun. Mais ces propos ne voulaient offrir qu'une perspective cavalière en guise d'introduction.