

SUR L'EXPRESSION LINGUISTIQUE DU RAYON DANS LES MATHÉMATIQUES GRECQUES

Résumé. — Le rayon est exprimé de deux manières, par la locution substantivée ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et par le substantif διάστημα, dont la distinction est d'ordre linguistique et non mathématique. Dans les textes mathématiques, ces deux expressions sont en distribution complémentaire. Il faut traduire dans les deux cas par « rayon ».

Il est intéressant de constater que, longtemps après la résolution de ce petit problème par l'helléniste Mugler¹, la question du *rayon* soit si mal traitée par les historiens des mathématiques grecques. Naguère encore est paru sur le sujet un article qui me semble représentatif de l'esprit qui règne en ces matières².

À mon avis, la racine des confusions et des maladresses est à chercher dans une erreur de méthode. Certains historiens considèrent – sans le dire – que des recherches de ce genre sont justiciables de leur art, et que les noces de l'histoire des sciences et de la philologie suffisent à donner des vues exactes sur le sujet³.

1. Ch. MUGLER, *Dictionnaire historique de la terminologie géométrique des Grecs*, Paris, 1959, *Introduction*, p. 17, et article διάστημα, p. 136. — J'ai moi-même déjà touché la question dans des endroits sans doute trop cachés pour être repérés : « Sur la locution ἐφ' οὗ / ἐφ' ᾧ servant à désigner des êtres géométriques par des lettres », *Mathématiques dans l'Antiquité*, Publications du Centre Jean-Palmerie, Univ. de Saint-Etienne, 1992, p. 9-25 (n. 18) et « Sur l'opposition défini/indéfini dans la langue des mathématiques grecques », *LEC* 63 (1995), p. 249-293 (p. 260).

2. D. FOWLER et Chr. M. TAISBAK, « Did Euclid's Circles Have Two Kinds of Radius ? », *Historia Mathematica* 26 (1999), p. 361-364. Les auteurs connaissent la présentation donnée par Mugler, mais ne l'ont pas comprise, puisqu'ils ne font aucune allusion au ressort linguistique de sa démonstration et, p. 363, *in fine*, en critiquent le résultat !

3. L'idée que la philologie en tant que telle a une puissance inventive est une illusion répandue, et pas seulement chez les historiens de la philosophie ou des sciences. En réalité, la philologie n'a que deux puissances, mais toutes deux d'une importance capitale : une fonction positive de mise en évidence ou de production du donné, une fonction négative de garde-fou.

Le peu de philologie que réclame l'affaire se réduira à la collecte des matériaux. L'examen de la distribution des occurrences montrera que le traitement de la matière doit tout à la linguistique. Et la résolution s'offrira alors d'emblée. Mais, ayant souvent réfléchi à la mésaventure de Mugler, j'ai cru judicieux de donner de mes considérations une présentation plus développée qu'il ne serait strictement nécessaire.

*

En tant que référent, c'est-à-dire objet du monde mathématique⁴, le rayon a deux expressions : la locution substantivée ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et le substantif διάστημα⁵. Le titre de l'article de Fowler et Taisbak, cité *supra*, à la note 2 : « Did Euclid's Circles Have Two Kinds of Radius ? », fait allusion au seul signifié⁶ ; ce titre serait simplement amusant⁷ si l'article ne montrait que les auteurs ne font pas la distinction entre le référent, son concept et son expression linguistique, ce qui ne pouvait mener nulle part. Comme il y a deux expressions linguistiques, c'est-à-dire deux signifiants, il s'agit de savoir si à chacun de ces signifiants correspond un signifié différent. Les auteurs se demandent effectivement pourquoi il y a deux expressions, mais ils tournent en rond, car la réponse qu'ils donnent⁸ laisse intacte la question de savoir pourquoi l'expression substantivée ἡ ἐκ τοῦ κέντρου ne peut convenir dans le cas du tracé du cercle. Pour sortir de l'aporie, il faut poser le problème autrement. C'est ce que je veux faire dans une étude qui essayera de répondre à trois questions : Pourquoi deux signifiants ? Y a-t-il deux signifiés ou un seul ? Comment traduire⁹ ?

4. Pour ne pas compliquer les choses, je prends ici le mot « objet » au sens élargi de « classe d'objets ».

5. Il est faux de dire, avec HEATH (dans sa traduction commentée des *Éléments*, note sur le Postulat 3 du Livre I), que les Grecs n'avaient pas de mot correspondant au mot rayon. En réalité, ils en avaient deux !

6. Ou, pour prendre un terme moins saussurien, un concept : le concept de {rayon}.

7. Comme le reste de l'article, qui est écrit en taisbakien.

8. P. 363 : διάστημα s'emploie lorsqu'il est question de décrire un cercle. — Mais qui l'ignorait ?

9. D. FOWLER et Chr. M. TAISBAK (*op. cit.* [n. 2]), traduisent comme je le fais aussi, c'est-à-dire par « rayon » dans les deux cas. — Ce que j'essaierai de montrer, c'est précisément qu'il n'y a qu'un seul signifié, et que la distinction des signifiants, c'est-à-dire des deux expressions ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et διάστημα, n'obéit qu'à des contraintes linguistiques et pas mathématiques. — On se souvient peut-être que, dans *Science et méthode*, Paris, 1908, POINCARÉ écrivait ceci (p. 29) : « [...] la mathématique est l'art de donner le même nom à des choses différentes. Il convient que ces choses, différentes par la matière, soient semblables par la forme, etc. ». Eh bien, ici, c'est exactement le contraire !

Dans les textes mathématiques, on trouve à maintes reprises la locution substantivée ἡ ἐκ τοῦ κέντρου, forme brève correspondant à la forme longue restituée *ἡ ἐκ τοῦ κέντρου < ἡγμένη / ἐκβαλλομένη εὐθεῖα >, littéralement : « la < droite menée > du centre ». Depuis Autolycus¹⁰, le syntagme désigne le rayon du cercle, de la sphère et des différentes coniques¹¹. En dehors du cas de l'opération même de la construction d'un cercle, chaque fois qu'il est question du rayon, on trouve ce syntagme et ce syntagme seul.

Quant au mot διάστημα, il faut distinguer deux types d'emploi, un emploi *lié* et un emploi *libre* :

- Un emploi lié dans la ritournelle qui décrit la construction du cercle, de la forme générale κέντρῳ μὲν τῷ Α, διαστήματι δὲ τῷ ΑΒ κύκλος γεγράφθω ὁ ΒΓΔ, « que, au moyen d'un centre Α et d'un rayon ΑΒ, soit décrit un cercle ΒCD »¹². C'est ce tour figé qui offre les occurrences les plus fréquentes du mot διάστημα. Par « emploi lié », j'entends trois choses : un contexte substantiellement identique, un emploi obligatoire, un emploi réservé à ce contexte¹³.

- En dehors des occurrences de cette formule, qui m'intéressera tout spécialement ici, le mot διάστημα n'a que quelques rares emplois libres dans les textes mathématiques purs, comme le montre sans le dire l'article διάστημα du *Dictionnaire* de Mugler. Mugler a fait lui-même un relevé

10. Mathématicien astronome du IV^e s. av. J.-C., qui a laissé deux brefs ouvrages d'astronomie élémentaire : *La sphère en mouvement*, et *Levers et couchers héliques*. Cf. l'édition de J. MOGENET, *Autolycus de Pitane. Histoire du texte*, etc., Louvain, 1950, et celle de G. AUJAC, avec une traduction annotée, dans la Collection des Universités de France, Paris, 1979.

11. Voyez par exemple le *Dictionnaire* de Mugler au lemme κέντρον. Aristote, qui use d'une langue mathématique pas encore absolument fixée, s'exprime un peu différemment dans son *Traité du ciel*, I, 5, 271b29 : Εἰ γὰρ ἄπειρον τὸ κύκλω φερόμενον σῶμα, ἄπειροι ἔσονται αἱ ἀπὸ τοῦ μέσου ἐκβαλλόμεναι, « Si le corps mû circulairement est infini, ses rayons seront infinis » ; et II, 4, 287a19 : Ὅμοίως δὲ κἂν εἴ τι ἄλλο σχῆμα γένοιτο μὴ ἴσας ἔχον τὰς ἐκ τοῦ μέσου γραμμάς, « Il en irait de même si le ciel avait une autre configuration et des rayons inégaux ».

12. Il existe une variante plus ancienne d'abord attestée chez Aristote, par exemple en *Météorologiques*, III, 5, 376b5 : Ἄν οὖν τῷ ἐφ' ᾧ τὸ Π πόλῳ χρώμενος, διαστήματι δὲ τῷ ἐφ' ᾧ ΜΠ κύκλος γραφῆ, « Si donc, au moyen d'un "pôle" P et d'un rayon MP, est décrit un cercle ». Cette variante est reprise par Autolycus, Héron d'Alexandrie, Théodose de Tripoli ou Pappus pour exprimer la description d'un cercle sur une calotte sphérique (cf. le *Dictionnaire* de Mugler, art. πόλος). En dehors des mathématiques, Xénophon (*Économique*, XVIII, 8) emploie le mot πόλος pour désigner le centre d'une aire à battre le grain.

13. D. FOWLER et Chr. M. TAISBAK (*op. cit.* [n. 2], p. 361, n. 1) ont dressé la liste complète des 30 occurrences du tour dans les *Éléments*.

complet des occurrences dans le *corpus* classique¹⁴ : Apollonius, *Coniques*, II, 14¹⁵, et Archimède, *Conoïdes et sphéroïdes*, 9 et 12¹⁶. Dans tous ces cas, le référent en est un segment de droite suffisamment particularisé pour que le mot εὐθειᾶ « droite » ne convienne pas à cet endroit ; dans ces occurrences, le signifié de διάστημα n'est pas du tout le même que celui d'εὐθειᾶ, même s'il n'y a qu'un seul et même référent pour les deux mots. Le mot doit être traduit par « intervalle », qui est le *signifié* de διάστημα ; c'est un sens fréquent du terme, notamment chez Aristote¹⁷.

Il n'est sans doute pas inutile de fixer dès maintenant la différence essentielle entre les deux types d'oppositions lexicales où entre le substantif διάστημα :

(a) deux signifiants : εὐθειᾶ et διάστημα, emploi libre de διάστημα, deux signifiés, un seul référent. Traduction : εὐθειᾶ = « droite » ; διάστημα = « intervalle ».

(b) deux signifiants : ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et διάστημα, emploi lié de διάστημα, un seul signifié, un seul référent. Traduction : « rayon » dans les deux cas.

Excursus. — Le *Dictionnaire* de Mugler ignore l'emploi aristotélicien de διάστημα au sens de partie du plan, emploi relatif aux recherches des Anciens sur la définition de l'angle :

Traité du ciel, I, 5, 271b28 et s. : Εἰ γὰρ ἄπειρον τὸ κύκλω φερόμενον σῶμα, ἄπειροι ἔσονται αἱ ἀπὸ τοῦ μέσου ἐκβαλλόμεναι. Τῶν δ' ἀπείρων τὸ διάστημα ἄπειρον· διάστημα δὲ λέγω τῶν γραμμῶν, οὗ μῆδὲν ἔστιν ἔξω λαβεῖν μέγεθος ἀπτόμενον τῶν γραμμῶν.

Si le corps mù circulairement est infini, ses rayons seront infinis. Or, dans le cas de lignes infinies, leur *intervalle* est infini (j'appelle *intervalle* entre

14. J'appelle « *corpus* classique » l'ensemble formé des *Éléments* et des *Data* d'Euclide, ainsi que les œuvres d'Archimède – cité ici dans l'édition Mugler de la CUF – et d'Apollonius – cité ici dans l'édition Heiberg de la Bibliotheca Teubneriana.

15. 216,14 : Ἦστω ὑπερβολή [...], δοθὲν δὲ διάστημα τὸ Κ, « Soit une hyperbole [...] et un intervalle donné Κ ». — 216, 25 : Εἰλήφθω δὴ τοῦ Κ διαστήματος ἕλαττον τὸ ΕΛ, « Que soit pris un intervalle EL plus petit que l'intervalle Κ » ; il faut sous-entendre διάστημα *devant* τὸ ΕΛ, d'où ma traduction par « un intervalle EL » ; cf. mon article « *défini/indéfini* », cité à la n. 1.

16. 9, 177,16 : Ἄ δὴ ἑτέρα διάμετρος τᾶς τοῦ ὀξυγωνίου κώνου τομᾶς ἦτοι ἴσα ἐντι τῷ διαστήματι τᾶν ΑΖ, ΒΗ ἢ μείζων ἢ ἐλάσσων, « l'autre diamètre de la section du cône acutangle [= l'ellipse] est égal, supérieur ou inférieur à l'intervalle des droites ΑΖ et ΒΗ ». — 12, 183,13 : Ἄ δὲ ἐλάσσων διάμετρος ἴσα ἐσσεῖται τῷ διαστήματι τᾶν ἀχθεισᾶν, κτλ., « le petit diamètre sera égal à l'intervalle des droites menées, etc. »

17. Par exemple, *Traité du ciel*, II, 2, 285b8 : Λέγω δὲ μήκος μὲν αὐτοῦ τὸ κατὰ τοὺς πόλους διάστημα, « J'appelle longueur de l'univers l'intervalle qui sépare les pôles ».

des lignes ce à l'extérieur de quoi l'on ne peut concevoir aucune grandeur en contact avec les lignes en question).

Le διάστημα auquel pense Aristote est très probablement l'*analogon* d'un secteur de cercle, défini par des rayons et un arc¹⁸. Il est possible qu'Aristote ait trouvé cela dans les ouvrages mathématiques de son époque.

*

Dans la formule rituelle κέντρον μὲν [...] διαστήματι δέ, je pense qu'il faut traduire διάστημα par « rayon ». Mais certains traducteurs rendent διάστημα par « distance », « intervalle », comme on fait dans d'autres contextes, mathématiques ou non, c'est-à-dire dans le cas de ce que j'ai appelé plus haut les « emplois libres » de διάστημα. La raison implicite en est la louable intention d'être fidèle à l'évidence intuitive¹⁹ de l'expression grecque. L'erreur repose sur l'indistinction entre les emplois libres et les emplois liés de διάστημα, qui relèvent de deux analyses différentes.

Si je propose la traduction par « rayon », ce n'est pas parce que le mot διάστημα a ici pour référent ce que nous appelons en français le *rayon*. Cette seule raison ne m'autoriserait pas à traduire par « rayon », puisque l'on traduit des mots et pas des choses. Ce que je veux dire, c'est que, dans le cas de l'emploi lié, « rayon » ne désigne pas seulement le *référent*, mais est aussi le *signifié* de διάστημα ; en termes moins linguistiques, dans la ritournelle κέντρον μὲν [...] διαστήματι δέ, *et contrairement à l'évidence intuitive*, le concept désigné par le mot διάστημα a exactement la même compréhension que le concept exprimé ailleurs par le syntagme ἡ ἐκ τοῦ κέντρον. Voilà ce qu'il faut prouver.

Ma « monstration » développera les considérations que j'ai résumées ailleurs²⁰, elles-mêmes inspirées de l'exposé de Mugler. Elle se fonde sur la distribution des occurrences respectives des deux expressions du « rayon », que je rappelle ici²¹ : le syntagme substantivé ἡ ἐκ τοῦ κέντρον n'apparaît jamais dans la ritournelle κέντρον μὲν [...] διαστήματι δέ ; inversement, le mot διάστημα, lorsque son référent est le rayon, ne se

18. Aristote n'est pas le seul à avoir donné le nom d'intervalle à une partie du plan. Il existe dans l'Antiquité une tradition qui définit l'angle comme un « intervalle ». Voyez Sextus Empiricus, *Contre les géomètres*, 100 et s., et Proclus, *Commentaire au Livre I des Éléments*, *passim* et surtout p. 125, à propos des mathématiciens Plutarque d'Athènes et Carpus d'Antioche. Mais ce n'est pas ici le lieu de développer ces choses, qui entrent dans le cadre plus général de recherches sur les définitions de l'angle.

19. Aussi trompeuse que l'*imagination* selon Pascal.

20. Dans les articles cités *supra*, à la n. 1.

21. C'est à cette constatation que se sont arrêtés Fowler et Taisbak.

trouve que dans cette formule. Mais surtout – Mugler l'avait déjà signalé –, cette distribution n'obéit qu'à des contraintes linguistiques²², ce qui fait que le traitement ne peut être que de type linguistique et pas philologico-historique.

La traduction que je propose des deux expressions du rayon est fondée sur leur usage en synchronie, c'est-à-dire, ici, dans le contexte des traités mathématiques. En théorie, l'étude synchronique devrait suffire, mais, pour éclairer le sujet, je commencerai par des considérations diachroniques sur la formule κέντρο μὲν [...] διαστήματι δέ.

Aperçu diachronique

Le sens étymologique du mot διάστημα, qui est aussi le sens ordinaire du mot dans des contextes non mathématiques, est effectivement celui d'« intervalle ». Mais, dans la formule κέντρο μὲν [...] διαστήματι δέ, ce mot a pour voisin et associé le mot κέντρον, dont l'emploi stylistico-syntaxique est strictement identique à celui de διάστημα, et qu'il faut donc étudier conjointement.

Le mot κέντρον, qui fait partie du plus ancien vocabulaire grec, veut dire chez Homère – et plus tard encore – « aiguillon » (pour piquer les bêtes de somme). Il a désigné ensuite toute espèce d'aiguillon, comme le dard d'un animal, scorpion, insecte, etc. On le trouve enfin dans des emplois figurés comme « l'aiguillon de la douleur ».

Son emploi en géométrie paraît assez clair²³. Il désignait d'abord la pointe immobile du διαβήτης, « compas »²⁴. Le passage de « pointe de

22. Qui n'entraînent donc pas de modification dans la compréhension du concept.

23. (A) Il existait chez les Grecs une expression figurée, de type métaphorique, comportant la mention du κέντρον et du διάστημα, employés comme dans la formule euclidienne, et dont l'expression de base est celle-ci : τῆ χρεία καθάπερ κέντρον καὶ διαστήματι τι περιγράψαι, « circonscrire quelque chose par les besoins que l'on a comme par un centre et un rayon ». Elle est employée à plusieurs reprises par Plutarque (et seulement par lui), sous des formes diverses. — Ces différentes occurrences ne sont pas relevées dans R. SEIDE, *Die mathematischen Stellen bei Plutarch*, Inaugural-Dissertation, etc., der Universität Regensburg, 1981. Voici les références, tirées des *Œuvres morales* : *Du bavardage*, 513c ; *De l'amour des richesses*, 524f ; *De l'exil*, 603e ; *Le philosophe doit surtout s'entretenir avec les grands*, 776f ; *Préceptes politiques*, 822d ; *On ne peut pas vivre agréablement en suivant la doctrine d'Épicure*, 1098d. — On peut ajouter aussi le passage des *Vies*, *Romulus*, 11, 2, relatif au tracé des limites de Rome à sa fondation, et qui n'a plus rien à voir avec le champ métaphorique précédent : Εἶθ' ὥσπερ κύκλον κέντρον περιέγραψαν τὴν πόλιν, « Ensuite, ils se mirent à circonscrire la ville comme on trace un cercle au moyen d'un centre ».

compas » à « centre » s'est fait par une double métonymie des plus classiques : le κέντρον a désigné d'abord la trace laissée sur le support par la pointe du compas (sens non attesté mais reconstruit), puis le « centre » d'un cercle (et d'une courbe en général). C'est le même type d'évolution qui a conduit de πόλος « pivot » à πόλος « centre » (cf. *supra*, n. 9).

On voit que la formule rituelle²⁵ est très probablement fondée sur une expression qui décrivait concrètement le tracé d'un cercle. Dans cette expression, qui devait avoir, *mutatis mutandis*²⁶, l'allure du postulat 3 du Livre I des *Éléments* (c'est-à-dire sans lettres désignatrices)²⁷, le mot

(B) Pour κέντρον, il faut aussi citer l'architecte romain Vitruve, qui emploie le mot *centrum*, translittéré directement du grec, au double sens de « centre » et de « pointe du compas » : III, 1, 3 : *Item corporis centrum medium naturaliter est umbilicus. Namque si homo conlocatus fuerit supinus manibus et pedibus pansis circinique conlocatum centrum in umbilico eius, circumagendo rotundationem, etc.*, « Le nombril est par nature le centre exact du corps. En effet, si un homme est placé sur le dos, avec les mains et les pieds étendus, et qu'on mette la *pointe d'un compas* sur son nombril, alors, le cercle tracé, etc. » — IX, 7, 4 : *et circini centrum collocandum in linea circinationis*, « il faut placer la pointe du compas sur la circonférence » (même expression en 7, 6) (dans cette section IX, 7, le mot *centrum* veut parfois aussi dire « centre »).

24. Sur le sujet extrêmement complexe du διαβήτης, on peut, avec beaucoup de précautions, commencer par consulter l'article de B. GLADIGOW, « Thales und der διαβήτης », *Hermes* 96/3 (1968), p. 264-275, qui offre une riche bibliographie avec de nombreuses références à cet instrument et à d'autres instruments de mesure en usage chez les Grecs. Mais il n'est pas sûr que le mot désigne le compas (c'est-à-dire un instrument de mesure des angles fait de deux branches mobiles) dans le fameux passage mathématique de la comédie des *Oiseaux* d'Aristophane, v. 995 et s. (fin du V^e s. av. J.-C.) ; il est même exclu qu'il s'agisse du compas courbe auquel l'auteur fait aussi allusion (p. 274). Mon hypothèse est qu'il désigne une règle souple en plomb, que l'on enroule autour d'un cercle, d'un cylindre ou d'une sphère (ou d'une demi-sphère, dans le contexte de la comédie ; je comprends le passage ἄνωθεν τουτονὶ τὸν καμπύλον ἐνθεὶς διαβήτην (v. 1002-1003) de la façon suivante : « je place par-dessus cette règle recourbée », et que l'on déroule ensuite pour la placer tout contre une règle droite en fer, ce qui donne la longueur de la circonférence ; on est alors censé élever un carré sur le quart de cette longueur, ce qui permet à Aristophane (v. 1005) de dire que : « le cercle devient un carré ».

25. Je ne veux parler ici que de la formule rituelle que l'on trouve dans les constructions des propositions.

26. L'adjectif « quelconque » — qu'on trouve dans le postulat 1 (« Mener une ligne droite d'un point quelconque à un point quelconque ») — n'avait pas de raison d'y figurer.

27. Je n'ai pas l'intention de faire de longs commentaires sur le sens du postulat 3 en raison des incertitudes où l'on se trouve à son égard. — Son énoncé est le suivant : Καὶ παντὶ κέντρῳ καὶ διαστήματι κύκλον γράφεσθαι, que je traduis en ces termes : « [Qu'il soit demandé] de décrire un cercle avec n'importe quel centre et n'importe quel rayon. » On voit la parenté avec la formule qui nous occupe. Il est clair que la formule de construction et le postulat 3 sont corrélatifs l'un de l'autre. La formule de construction dans les propositions reprend l'élocution du postulat pour l'adapter à son

κέντρον avait forcément son sens premier de « pointe de compas », et le mot διάστημα le sens d' « intervalle entre les extrémités des branches d'un compas, ouverture de compas ».

Mais le sens d'un énoncé se confond rarement avec le sens étymologique des mots qui le composent. En linguistique, on distingue soigneusement la genèse et l'emploi. Si la diachronie éclaire la formation de l'expression qui m'occupe ici, rien ne prouve que le sens d'« intervalle » soit celui qu'il faille adopter dans la traduction des propositions. C'est l'emploi de cet énoncé dans son contexte même qui en déterminera le sens. En d'autres termes, après l'étude diachronique, il faut faire une étude synchronique, qui va jeter d'autres lumières.

Examen synchronique

Le syntagme ἡ ἐκ τοῦ κέντρον ne se trouve jamais, je le répète, dans la formule rituelle de la construction du cercle. Il s'agit de ce qu'on appelle une locution substantivée : elle est obligatoirement précédée de l'article. Sa syntaxe est celle d'un substantif articulé ordinaire, c'est-à-dire que la locution a toutes les fonctions grammaticales d'un substantif articulé. Son référent est l'objet mathématique « rayon » et son signifié est le concept de {rayon}. C'est donc *un* nom grec du rayon. Comme le concept de {rayon} a pour signifiant en français moderne le mot *rayon*, on est donc tout naturellement invité à traduire cette expression substantivée, dans les contextes qui sont les siens, par « rayon ». Traduire ἡ ἐκ τοῦ κέντρον par « la droite menée du centre », c'est recourir à un calque linguistique qui ne serait justifié que si le français ne disposait pas du mot « rayon »²⁸.

contexte, exactement comme dans le cas des postulats 1 et 2, qui demandent de mener un segment de droite entre des points et de prolonger ce segment. — Mais rien ne nous prouve que le postulat soit chronologiquement antérieur à la formule ; on a même plutôt de bonnes raisons de penser que l'élocution des postulats 1-3 a été faite sur le modèle des énoncés qu'on rencontre dans les constructions des propositions (sans qu'il soit nécessaire de supposer pour ces postulats, comme cela a été fait, une rédaction posteulclidienne).

28. On trouve quelques occurrences de la même locution, mais privée de l'article, c'est-à-dire le syntagme réduit ἐκ τοῦ κέντρον. Il faut distinguer deux cas très différents. D'abord, ce syntagme réduit peut exister comme complément prépositionnel d'un verbe ; ce n'est alors plus un concept, ce qui interdit la traduction par « rayon » ; si mes relevés sont exacts, il y a deux occurrences de cette locution dans le *corpus* classique, au début des protases *Coniques*, II, 22 et 23 ; par exemple *Coniques*, II, 22, 232, 8 : Ἐὰν ἐν ταῖς κατὰ συζυγίαν ἀντικειμέναις ἐκ τοῦ κέντρον εὐθεῖα ἀχθῆ, « Si, dans des opposées conjuguées, une droite est menée *du centre* ». Mais ce syntagme réduit peut aussi résulter de contraintes purement syntaxiques ; c'est ce qu'on trouve dans les *Éléments* ou chez Archimède, par exemple en *Élém.*, III, 17,

Mais le mathématicien devait parfois mentionner le rayon dans un contexte linguistique excluant, pour des raisons structurales et stylistiques, l'article défini. C'est précisément le cas dans la formule κέντρο μὲν [...] διαστήματι δὲ, où l'on voit que le mot κέντρο, dont la syntaxe est parallèle à celle du mot διάστημα, est lui aussi dépourvu d'article. Dans ce cas, le grec ne pouvait pas employer le nom classique du *rayon*²⁹, puisque, privée de l'article, l'expression ἡ ἐκ τοῦ κέντρου n'est plus un substantif et n'est plus déclinable. Le mathématicien devait forcément recourir à un substantif équivalent qui pouvait se passer de l'article et se mettre au cas voulu, c'est-à-dire le datif. La solution retenue par les Grecs a été, on le voit, d'adopter le terme entrant dans la formule qui décrivait primitivement l'opération de construction du cercle, c'est-à-dire le mot διάστημα.

Pour employer la terminologie linguistique classique, on dira que les deux expressions grecques du signifié {rayon}, c'est-à-dire le syntagme substantivé ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et le substantif διάστημα, sont des variantes contextuelles : l'une ne peut pas se trouver dans le même contexte linguistique que l'autre et, dans un *corpus* donné, elles sont en distribution rigoureusement complémentaire. Si donc l'on traduit ἡ ἐκ τοῦ κέντρου, comme il faut faire, par « rayon », on devra traduire διάστημα par le même mot. En d'autres termes, c'est l'existence concurrente de l'expression ἡ ἐκ τοῦ κέντρου qui donne son nouveau sens au mot διάστημα dans les textes mathématiques, c'est-à-dire qui le fait passer d'« intervalle » à « rayon ».

On pourrait m'objecter que, le cercle étant obtenu par construction, le διάστημα en question, avant la construction, n'est encore qu'une ouverture de compas ou la distance entre deux points A et B, et ne deviendra un rayon qu'une fois le cercle construit.

Je ne veux pas tirer argument de la difficile question de savoir jusqu'à quel point les mathématiciens grecs partageaient dans le détail ce qui est une thèse fondamentale de Platon et de ses successeurs³⁰ : en mathématiques,

120, 15 : καὶ ἐστὶν ἡ EB ἐκ τοῦ κέντρου, « et EB est un rayon » : le syntagme est dépourvu d'article parce que telle est la règle lorsqu'il s'agit d'un attribut ; la question de la déclinaison de l'expression ne se pose pas ici, puisque son cas serait le nominatif.

29. Pour les raisons structuralo-stylistiques que j'ai étudiées tantôt, dans mon article « défini/indéfini » cité *supra*, n. 1. Il s'agit ici de la première occurrence d'un objet mathématique au sein d'une partie spécifique de la proposition. Le nom de cet objet est alors dépourvu d'article ; l'article apparaît lors de la deuxième occurrence du mot. En d'autres termes, dans les cas de ce genre, la présence ou l'absence de l'article grec sont bien déterminées par des contraintes formelles, mais pas par des contraintes syntaxiques.

30. Ils sont visés dans un passage d'Aristote, *Traité du ciel*, I, 10, 279b33 : Ὅμοίως γὰρ φασι τοῖς τὰ διαγράμματα γράφουσι καὶ σφῶς εἰρηκέναι περὶ τῆς

on ne construit pas ; les figures sont en réalité déjà construites de toute éternité ; il n'y a donc pas d'avant ni d'après. Platon n'a pas inventé sa théorie à partir de rien, mais en se fondant sur la langue même de la mathématique de son époque³¹. C'est particulièrement évident dans l'emploi du *perfectum* pour les verbes de construction, qui permet de nier le lexique par la morphosyntaxe, et donc, en l'espèce, d'abolir le mouvement et le temps au moment même où on les évoque, *par des moyens purement linguistiques*³².

Je me contenterai de dire que, pour être pertinente, l'objection devrait porter aussi sur l'emploi de κέντρον. Avant le tracé du cercle, le κέντρον en question n'est encore qu'un point porté sur le support. Si l'on refuse la traduction de διάστημα par « rayon », il faut aussi refuser de traduire κέντρον par « centre », et l'on devra essayer d'autres traductions. Il faudra évidemment écarter des traductions comme « pointe de compas », ou même comme « trace laissée par le compas sur le support », puisque le κέντρον en question se voit affecter par exemple la lettre A, ce qui fait de lui une extrémité du segment donné AB. Mais il est impossible de traduire κέντρον par « extrémité », ou « point », car le grec dispose pour cela de mots comme πέρας ou σημείον. Si le grec disait : *σημείω μὲν τῷ A (« au moyen d'un point A »), διαστήματι δὲ τῷ AB, alors il faudrait traduire διάστημα par « intervalle »³³.

γενέσεως, οὐχ ὡς γενομένου ποτέ, ἀλλὰ διδασκαλίας χάριν ὡς μᾶλλον γνωριζόντων, ὡσπερ τὸ διάγραμμα γινόμενον θεασαμένους, « Ils [= Xénocrate et les Platoniciens, dit Simplicius dans son commentaire au *De caelo*, 303, 33] prétendent que leur théorie de la génération du monde est à rapprocher de la manière des géomètres. Le monde, disent-ils, n'a jamais été réellement engendré ; leur théorie de la génération serait à des fins pédagogiques, pour que les choses fussent mieux comprises, comme c'est le cas lorsqu'on regarde une figure géométrique en train de naître. »

31. Voyez les remarques de Mugler dans l'Introduction de son *Dictionnaire*.

32. Les embarras où le langage jette les Modernes lorsqu'ils doivent parler des mathématiques grecques – puisque nous disons « traçons, menons, joignons, coupons, etc. », ce qui est interdit en grec – rendent plus intéressants encore les procédés linguistiques qui ont permis aux mathématiciens grecs de doter les mathématiques d'une ontologie implicite dont les traits les plus saillants sont la répudiation du mouvement et du temps, ainsi que l'effacement du sujet mathématicien.

33. Chez Archimède, la formule rituelle est employée plusieurs fois d'une manière qui confirme mon analyse. Ces occurrences qui, pour ce qui m'intéresse ici, sont substantiellement identiques, se trouvent dans le traité *Des spirales*, d'abord dans la lettre d'envoi à Dosithée (p. 12, 1 et 24), puis dans la dernière définition (p. 32, 13), et enfin dans l'énoncé de la proposition 20 (p. 46, 19). Il me suffira de citer la première occurrence (p. 11, 27 et s.) : Φαμί δὴ τὸ [...] χωρίον [...] τρίτον μέρος εἶμεν τοῦ κύκλου τοῦ γραφέντος κέντρῳ μὲν τῷ μένοντι σαμείῳ, διαστήματι δὲ τῷ εὐθείᾳ τῷ διανυσθείσῃ ὑπὸ, κτλ., « Je dis que l'aire [...] est le tiers du cercle décrit au moyen d'un centre qui est le point fixe et d'un rayon qui est la droite parcourue

Il ne reste donc plus qu'une seule solution : le « centre » est non seulement le *réfèrent*, mais aussi le *signifié* de κέντρον. Le mot « centre » est tout simplement employé par anticipation, c'est-à-dire avant l'achèvement de la construction du cercle³⁴.

Ainsi, puisque les emplois linguistico-mathématiques de κέντρον et de διάστημα sont identiques, il n'y a pas de raisons pour traduire διάστημα autrement que par « rayon », qui non seulement désigne le réfèrent, mais exprime aussi le signifié de διάστημα.

*

La très mince question du rayon dans les mathématiques grecques a une portée méthodologique exemplaire. Elle montre qu'on ne peut pas se fier à l'évidence intuitive donnée par la connaissance du grec que l'on a prise ailleurs que dans les mathématiques. Lorsqu'on travaille sur la langue des mathématiques grecques, il faut opérer une conversion du regard qui fait passer les textes étudiés de la *lingua Graeca* à la *lingua mathematica graeca* ; inversement, on ne doit jamais perdre de vue le grec non spécialisé, sous peine de manquer les caractères propres du grec mathématique. Enfin, avant de traduire, il faut soigneusement étudier les emplois, au sein même des textes mathématiques, des mots ou des locutions que l'on traduit.

En l'espèce, l'étude du rayon réclamait d'abord la distinction explicite entre les emplois libres et liés de διάστημα, puis l'examen de la distribution de la locution substantivée ἡ ἐκ τοῦ κέντρον et du substantif διάστημα. Les résultats peuvent être résumés de la manière suivante :

par, etc. ». Les mots κέντρον et διαστήματι sont déterminés par des appositions (respectivement τῷ μένοντι σημείῳ, « le point fixe » et τῇ εὐθείᾳ τῇ διανυσθείσῃ, « la droite parcourue ») qui désignent le *réfèrent* du centre et du rayon (la traduction de Mugler : « autour du point fixe comme centre », assez communément répandue, est inexacte, car l'apposition n'est pas le mot κέντρον mais le mot σημείῳ). Cet exemple montre à l'évidence que le mot κέντρον ne peut pas être traduit autrement que par « centre », ce qui permet, compte tenu de mes considérations sur le rapport de διάστημα et de ἡ ἐκ τοῦ κέντρον, de traduire διάστημα par « rayon ».

34. En disant cela, je n'oublie pas que la temporalité est absente des mathématiques grecques. Les mots « anticipation » et « achèvement » que j'emploie se réfèrent uniquement à la temporalité impliquée par l'écriture et la lecture du texte mathématique.

– pour des raisons non pas mathématiques, mais purement linguistiques, il y a deux signifiants, ἡ ἐκ τοῦ κέντρου et διάστημα ;

– ces deux signifiants ont non seulement un seul référent, mais aussi un seul et même signifié, le concept de {rayon} ; il faut donc traduire par « rayon ».

Michel FEDERSPIEL
Centre de Recherches sur les Civilisations Antiques
Université Blaise-Pascal
Clermont-Ferrand