

L'USAGE DU NOMBRE DANS LA LITTÉRATURE MÉDIÉVALE (XIIème et XIIIème siècles).

Carmelle MIRA.

Ce travail repose sur le postulat que la littérature est un reflet des mentalités, non seulement du créateur, mais aussi du public, faute de quoi le premier serait incompris et n'aurait qu'une audience limitée. Il s'agit, en l'occurrence, d'essayer, en analysant les textes littéraires, de voir quel reflet ils donnent du niveau "moyen" des connaissances arithmétiques dans le public cultivé auquel ils étaient destinés, par des auteurs qui avaient eux-mêmes suivi au moins le célèbre cursus des Arts Libéraux, donc l'enseignement du *quadrivium*, c'est-à-dire de l'arithmétique, de la géométrie, de l'astronomie et de la musique (dans son aspect théorique).

Cependant, il faut bien constater que, quelle que soit l'époque, la fonction première de l'œuvre d'art n'est pas de refléter les connaissances objectives de la majorité du public, et encore moins de quelques initiés. Un roman ne saurait être un traité d'arithmétique, et les *Éléments* d'Euclide n'ont jamais été considérés comme une œuvre littéraire ! Il n'en demeure pas moins qu'en sachant les limites de l'entreprise, et en se gardant de tirer des conclusions péremptoires, on peut se faire une idée, à travers l'art, en particulier littéraire, du niveau des connaissances à une époque donnée.

Ont donc été particulièrement étudiées des œuvres qui constituent ce qu'on pourrait appeler un "échantillon représentatif" des textes narratifs à succès des siècles considérés - et même des siècles ultérieurs -, de *La Chanson de Roland* (fin XIème siècle) au *Roman de la Rose* de Jean de Meun (vers 1270), en passant par les cinq romans de Chrétien de Troyes, le cycle de Tristan (seconde moitié du XIIème siècle), et *La Queste del saint Graal*, ainsi que *Le Roman de la Rose* de Guillaume de Lorris (première moitié du XIIIème siècle).

Les extraits cités ont été traduits le plus littéralement possible, même si l'élégance de la langue devait en souffrir, car il arrive qu'une bonne traduction en français moderne masque complètement le problème mathématique. Ces traductions sont en prose, alors que pratiquement tous les textes sont en vers. Il m'a semblé que certaines citations brèves pouvaient se comprendre sans traduction ; je me suis alors contentée d'en moderniser l'orthographe.

Chacun sait que le Moyen Âge n'est pas, dans l'Occident chrétien, l'âge d'or des mathématiques, qui ne décollent vraiment qu'au XIV^{ème} siècle, après un temps nécessaire d'assimilation des grandes traductions qui permettent de découvrir, entre la seconde moitié du XII^{ème} siècle et le XIII^{ème}, par l'intermédiaire arabe, les textes fondateurs de la science antique, ainsi que les travaux des Arabes eux-mêmes. Il ne faut donc pas s'attendre, sous peine de cruelles désillusions, à ce que les textes littéraires nous révèlent des connaissances faramineuses, même sur l'arithmétique, science reine dans la lignée pythagoricienne, donc dans la tradition transmise au Moyen Âge par Boèce, Isidore de Séville, etc., et sur laquelle l'Occident vit au moins jusqu'au XII^{ème} siècle inclus.

Ce prestige du nombre est d'autant plus ancré dans les esprits médiévaux que les deux héritages sur lesquels ils vivent, l'antique et le chrétien, se rejoignent sur ce plan sans la moindre difficulté, ce qui n'est pas si fréquent. Il est frappant de voir combien saint Augustin croit à l'exactitude de cet outil, lui qui n'était pourtant pas un grand adepte de la science, même s'il n'était pas, parmi les Pères de l'Eglise, son pire ennemi. N'écrit-il pas, dans son traité *Du libre arbitre* :

*"Je ne sais combien de temps persistera ce que je perçois grâce à un sens physique, comme par exemple ce ciel et cette terre, et tel autre corps que j'y perçois. Mais sept et trois font dix, et non seulement à présent mais toujours ; et jamais, en aucun moment et en aucune façon, sept et trois n'ont fait autre chose que dix, et à aucun moment sept et trois ne donneront autre chose que dix. C'est pourquoi j'ai dit que cette inaltérable vérité des nombres est commune à moi et à quiconque raisonne."*¹

Ajoutons cependant, et c'est révélateur d'un état d'esprit très médiéval, que son exemple numérique a peu de chances de relever du pur hasard : dix, sept et trois ne sont pas des nombres ordinaires dans la tradition chrétienne, comme si, même pour illustrer un propos arithmétique, les nombres les plus symboliques s'imposaient immédiatement à l'esprit. Et c'est cohérent avec la pensée augustinienne, pour laquelle les nombres, si exacts qu'ils soient, ont d'abord une fonction exégétique :

¹ Saint Augustin, *Du libre arbitre*, liv. II, chap. 8, section 12 ; cité par A. C. Crombie, *Histoire des sciences de Saint Augustin à Galilée*, Paris, PUF, 1959, p. 13.

*"L'ignorance des nombres est encore une des causes qui arrêtent dans l'intelligence des figures ou des mystères de l'Ecriture. Qu'un esprit peu éclairé essaie donc de m'expliquer pourquoi Moïse, Elie et le Seigneur lui-même jeûnèrent pendant quarante jours, s'il ne peut éclairer cette figure par la connaissance et l'étude du nombre 40."*²

À quelques siècles de là, mysticisme en moins, Chrétien de Troyes ayant à vêtir Erec pour son couronnement, l'affuble d'une robe étrange, qui est l'œuvre de quatre fées, et qui rend au *quadrivium* un hommage appuyé. Admirons l'œuvre de la deuxième fée :

*"Et la seconde mit tous ses soins à représenter Arithmétique. Elle s'efforça de bien montrer comment celle-ci dénombre habilement les jours et les heures du temps, et l'eau de la mer goutte à goutte, puis tous les grains de sable et les étoiles une à une. Et elle sait avec une absolue vérité combien il y a de feuilles dans un bois, car jamais aucun nombre ne l'abusa et jamais en rien elle ne mentira, puisqu'elle veut être exacte. Telle fut la représentation d'Arithmétique."*³

À cause de ce prestige du nombre, et de cette aptitude déclarée de l'arithmétique à envisager le monde dans sa totalité, les données numériques, les jeux sur les nombres, abondent dans tous les textes médiévaux, et leur traitement, ou celui du vocabulaire arithmétique, présentent parfois, en même temps qu'une grande source d'étonnement, des aspects bien révélateurs de phénomènes intéressants. Le plus constant, et nous en verrons des exemples au passage, consiste à affirmer, dans la tradition augustinienne, l'absolue exactitude du nombre, sa force de vérité, et à ne l'utiliser pratiquement que dans des approximations plus ou moins étranges ou des opérations fausses... Mais, compte tenu de l'abondance de la matière, j'ai choisi d'insister sur quelques particularités médiévales, sur le maniement des opérations et des raisonnements arithmétiques, pour terminer par quelques illustrations de l'usage ludique et littéraire que les auteurs médiévaux aiment faire des nombres.

*
* *

² Saint Augustin, *Sur la doctrine chrétienne*, II, 16 ; cité par G. Minois, *L'Eglise et la science. Histoire d'un malentendu*, Paris, Fayard, 1990, t. I, p. 116.

³ Chrétien de Troyes, *Erec et Enide*, v. 6748-61, éd. bilingue du Livre de Poche, coll. "Lettres gothiques".

I. Quelques particularités médiévales.

A. L'expression des nombres.

Rappelons que, malgré l'introduction de l'abaque de Gerbert, les chiffres arabes ne sont pas connus, comme en témoigne la référence de Jean de Meun à "*Maître Albus*" (Al Khwarizmi), qui possède en "*ses dix figures*" un outil admirable.

*"Si Maître Albus, celui qui compte bien, voulait s'en occuper, et venait avec ses dix figures grâce auxquelles il certifie et dénombre tout, il ne pourrait pas certifier le nombre de grands conflits, quoiqu'il sache si bien multiplier."*⁴

Il s'agit là de dénombrer des conflits dus à la jalousie, et l'on se demande bien pourquoi Al Khwarizmi devrait en faire l'objet de son étude, mais enfin, on voit, par cette allusion, que la renommée mathématique des Arabes est connue d'un clerc comme Jean de Meun, même s'il a une idée plutôt floue des travaux du grand mathématicien, dont la spécialité ne consistait pas à *nombrrer* (dénombrer) et *monteplier* (multiplier).

L'écriture des nombres, quand elle n'est pas en lettres, se fait donc en chiffres romains, majuscules ou minuscules, encadrés par des points ; mais l'écriture médiévale présente une particularité concernant l'antéposition soustractive que les Romains pratiquaient pour quatre, quarante, quatre cents, quatre mille. Les médiévaux la pratiquent moins, puisque quatre s'écrit .IIII., quatre cents .CCCC. la seule fois où il apparaît dans le corpus, où quatre mille n'apparaît pas. Mais on ne rencontre pas .XXXX., et quarante s'écrit "normalement" .XL., assez fréquemment, et on le trouve aussi en lettres. D'autre part, les copistes n'emploient pas cinq cents sous la forme .D., ils le notent .V.C. ou .V.^C.

Cette pratique, qui consiste à mettre "en exposant" les centaines ou les milliers, est fréquente dans les textes médiévaux. Les Romains l'avaient aussi utilisée, parmi d'autres notations très ambiguës des grands nombres, introduisant ainsi dans la numération latine un troisième principe, celui de multiplication, que les médiévaux pratiquent aussi même quand la centaine se trouve "en ligne" avec son multiplicateur, ce qui explique peut-être l'intérêt du petit point qui les isole.

Quoi qu'il en soit, l'écriture médiévale présente donc, par rapport à l'écriture romaine, une certaine simplification, très perceptible dans les

⁴ Jean de Meun, *le Roman de la Rose*, v. 12790-96, édition de D. Poirion chez Garnier-Flammarion ; il existe aussi une édition bilingue au Livre de Poche, coll. "*Lettres gothiques*" ; la numérotation des vers y est assez proche de celle de l'édition de référence.

centaines, .V.C., .VII.C.. Quant au quatre -.IIII.-, c'est aussi une simplification, et elle rappelle la thèse de Lucien Gerschel selon laquelle "*en présence d'une série d'objets semblables alignés [...] nous discernons très bien un, deux, trois, quatre ; et c'est précisément à ce dernier nombre que s'arrête notre "pouvoir séparateur" [...], limitation sur le plan de la perception immédiate*" dont il ajoute qu'elle "*paraît universelle*"⁵.

Plus exactement, le Moyen Âge renoue avec une pratique qui a existé aux origines lointaines de la numération romaine, mais que les médiévaux ne pouvaient pas connaître. Georges Ifrah explique, de manière limpide et documentée⁶, l'origine des chiffres romains et de ses principes additif et soustractif par une pratique qu'on rencontre dans toutes les civilisations pastorales, et qui consiste, pour les bergers, à tailler sur une planchette, ou un quelconque autre support, des encoches correspondant au passage des bêtes que l'on veut dénombrer ; et l'introduction du principe soustractif, selon lequel IIII devient IV procède de "*l'économie d'un trait*" à graver sur la planchette. Il s'agit d'une rationalisation de l'effort manuel. Mais, au Moyen Âge, on trace des traits à la plume sur du parchemin, ce qui ne demande ni grand temps ni gros effort ; l'abandon partiel du principe soustractif peut donc s'expliquer par une prise de conscience des copistes que IV ou CD étaient des complications inutiles, .IIII. et .CCCC. se percevant immédiatement, et cette notation faisant, en outre, l'économie du symbole D, qui n'avait même pas le mérite d'avoir évolué, comme C ou M, d'une manière qui lui permettait de devenir la lettre initiale du nombre représenté.

Moins rationnel est le phénomène très répandu qui consiste à associer, dans l'écriture d'un même nombre, surtout s'il est grand, des chiffres romains et des lettres, ce qui s'explique sans doute en partie par l'inaptitude des chiffres romains à noter les grands nombres. On trouve, par exemple, dans *La Chanson de Roland*, "*vingt mille Sarrazins*", "*.XX. mille chevaliers*", "*.XX. mille Francs*", "*.C.mille*" païens et "*cent mille Francs*"⁷. On trouve aussi "*.XL. milliers*", "*plus de cinquante mille*" et "*soixante mille*", ainsi que "*quatre cent mille chevaliers*", mais "*.IIII.C. mille*" hommes armés⁸. Toutes les fantaisies semblent donc permises au copiste pressé, confronté à un système de notation archaïque et inefficace.

En ce qui concerne l'expression orale, la façon dont on dit les nombres apparaît à l'écrit, et là, un phénomène à peu près constant mérite commentaire. En effet, on ne pense pas les nombres, au-delà des unités, globalement, mais comme la composition de *n* milliers, auxquels s'ajoutent

⁵ L. Gerschel, "*La conquête du nombre. Des modalités du compte aux structures de la pensée*", dans *Annales. Economies. Sociétés. Civilisations*, XVII, 1962, p. 695.

⁶ G. Ifrah, *Les chiffres, ou l'histoire d'une belle invention*, Paris, Laffont, 1985, ch. 6.

⁷ *La Chanson de Roland*, laisses XXXI, XLI et LXIV, XLIV et LXIII, CCVII et CCIX ; éd. bilingue de P. Jonin, coll. "*Folio*". (Les strophes d'une chanson de geste s'appellent des *laisses*).

⁸ *La Chanson de Roland*, laisses CLIV, CXLIII et CLVI, ainsi que XLIII et LV.

n' centaines, auxquelles s'ajoutent n'' dizaines, puis n''' unités. On les décompose, en quelque sorte. Ainsi parle-t-on d'un tronc qui a bien "*dix et sept pieds de long*", d'une durée de "*cinquante et sept jours*", d'un groupe de "*.III.^c. chevaliers et dix*", et de "*trois cents ans et cinquante et quatre*", la décomposition du nombre étant accentuée, dans ces deux derniers exemples par la place du substantif⁹. L'ordre décroissant peut même être modifié puisque l'année 1255 devient, chez Jean de Meun "*Mil et deux cent cinq et cinquante*"¹⁰.

Recourons aux *dix figures* de Maître Albus pour y voir plus clair :

$$1255 = 1000 + 205 + 50.$$

Il se peut que la postposition des dizaines s'explique par les nécessités de la rime ; elle n'en est pas moins surprenante car, en principe, avec les nombres règne l'ordre, et l'effet de surprise est accentué par la réunion des centaines et des unités, qui laisse supposer que le nombre est épuisé, que la colonne des dizaines est vide sur l'abaque.

Sans doute de telles "anomalies" sont-elles à mettre en relation avec l'absence d'écriture de position, car c'est elle qui rend si tyrannique, pour nous, l'ordre "milliers, centaines, dizaines, unités", de même que la décomposition peut s'expliquer par un manque d'aisance dans la perception des nombres compliqués aussi bien que par la pratique de l'abaque et plus encore du calcul digital¹¹.

Il règne donc dans l'expression et la notation des nombres une très grande liberté, et cette fantaisie, bien complaisante avec les exigences de la métrique, mais présente aussi dans les textes en prose, si elle est peu compatible avec le calcul, s'accommode fort bien de toutes les jongleries numériques dont nous étudierons quelques-unes plus tard. Mais auparavant, il convient de se pencher sur une dernière particularité médiévale, le statut du nombre deux.

* * * * *

⁹ Chrétien de Troyes, *Le Chevalier au Lion*, v. 320, Classiques Français du Moyen Âge (CFMA) chez Champion.

Chrétien de Troyes, *Le Chevalier de la Charrete*, v. 6127, CFMA. Il existe une édition bilingue au Livre de Poche, coll. "*Lettres Gothiques*" (même numérotation mais quelques petites variantes de texte).

Chrétien de Troyes, *Le Conte du Graal*, v. 1957, coll. "*Lettres gothiques*", bilingue.

La Queste del Saint Graal, p. 264, CFMA.

¹⁰ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 11797.

¹¹ Dans cette pratique, les gestes sont significatifs du rang de l'unité.

B. Le curieux emploi d'expressions mathématiques.

L'expression "*par conte*", dérivée du verbe *conter* qui peut signifier "*compter*", sert à authentifier une donnée numérique, comme dans *La Chanson de Roland*, où, à l'approximation de la huitième compagnie à "*plus de .XL. mille*" hommes correspond la précision de la neuvième, dont on peut affirmer qu'elle comporte "*.L. mille chevaliers par compte*"¹².

Il en va de même dans *La Queste del Saint Graal*, quand les chevaliers de la cour d'Arthur s'engagent dans la quête :

"Et quand ceux qui s'y étaient engagés eurent fait le serment, ceux qui les avaient mis en écrit [en avaient dressé la liste] trouvèrent qu'ils étaient par compte cent et cinquante".¹³

Cependant, il arrive que, même "*par compte*", on doive rester dans l'évaluation ; ainsi, Joseph d'Arimathie est-il arrivé en Bretagne et "*beaucoup de gens avec lui, tant qu'il pouvaient bien être par compte quatre mille, tous des hommes pauvres*"¹⁴. Cent et cinquante peuvent être nombrés "*par compte*" exact, à plus forte raison "*trente sergents tous à compte [bien comptés]*"¹⁵, mais quand on atteint les grands nombres, il est difficile d'être sûr de soi à l'unité près.

Même si l'on peut constater, dans certains de ces emplois, une combinaison paradoxale d'approximation et de volonté de précision, de telles formulations ne nous déroutent pas vraiment ; elles vont dans le sens de l'exactitude attribuée à l'arithmétique par Chrétien de Troyes dans l'hommage représenté sur la robe d'Erec et associent, sans doute involontairement, le désir de bien compter, le prestige de la rigueur, et l'aveu d'une impuissance fréquente à atteindre cet objectif, ce qui résume assez bien la fascination sans doute mêlée de frustration que les hommes du Moyen Âge éprouvaient devant le nombre. Mais d'autres termes présentent des emplois plus particuliers. C'est le cas du mot "*somme*" dont les acceptions diverses s'écartent parfois considérablement de la définition arithmétique.

On en est déjà assez loin quand Chrétien abrège la description de la Joie de la cour parce que, prétend-il, elle "*ne pourrait pas être retracée ni contée par une bouche humaine, mais je vous en dirai la somme brièvement, sans trop long discours*"¹⁶.

¹² *La Chanson de Roland*, laisse CCXXIV.

¹³ *La Queste del Saint Graal*, p. 23.

¹⁴ *La Queste del Saint Graal*, p. 75.

¹⁵ Guillaume de Lorris, *Le Roman de la Rose*, v. 3873.

¹⁶ Chrétien de Troyes, *Erec et Enide*, v. 6164-67.

La somme fait ici figure de résumé synthétique, ce qui n'est pas faux, mais ce résumé est aussi, tout le contexte l'indique, une réduction à l'essentiel, ce qui est juste pour un résumé mais ne s'applique pas à une somme ; et il est paradoxal que "*dire la somme*" signifie précisément le contraire de "*dire la totalité*". D'autre part, on additionne des quantités discrètes, finies ; la somme implique une pluralité, alors qu'elle s'applique, chez Chrétien, à ce qui n'est même pas une quantité continue, mais plutôt une "qualité". Quelle addition pourrait-on pratiquer sur cette Joie collective, qui est même autre chose que la somme des joies individuelles ?

Et la somme de la beauté que Chrétien ne saurait dire, et qu'Yvain apprécie chez la fille du vavasseur qui l'héberge dans sa route vers la fontaine, que représente-t-elle au juste ? Sans doute une notion assez proche de la totalité, mais bien éloignée du calcul¹⁷.

On s'écarte encore plus du sens arithmétique avec des emplois qui s'appliquent à l'œuvre littéraire. Le plus proche de la notion de totalité se trouve chez Jean de Meun qui rend hommage à Boèce dont l'œuvre, "*qui des mauvais comprend la somme*", dit tout sur le mal et les méchants¹⁸. C'est là un emploi classique au XIII^e siècle, dont le plus célèbre est la fameuse *Somme* de Thomas d'Aquin.

Chez Marie de France et Guillaume de Lorris, *somme* devient synonyme de deux types de paraphrase opposés. En effet, sur la baguette de coudrier, Tristan a écrit, et la poétesse cite ce message : "*Belle amie, ainsi en est-il de nous : ni vous sans moi, ni moi sans vous*", mais Marie a, par anticipation, explicité ces deux vers en quatorze au style indirect libre ainsi annoncés : "*ce fut la somme du message qu'il lui avait envoyé et dit*"¹⁹.

Si la somme, pour elle, est sœur de "*l'amplificatio*"²⁰, pour Guillaume de Lorris, elle tendrait plutôt vers le résumé, puisqu'il raconte en soixante-huit vers l'histoire de Narcisse, inspirée des *Métamorphoses* d'Ovide qui lui en avait consacré cent quarante huit ! Et il conclut que "*ceci est la somme de la glose*"²¹, ce qui rejoint un peu, dans un emploi très différent, la connotation qu'on trouvait déjà chez Chrétien.

* * * * *

¹⁷ Chrétien de Troyes, *Le Chevalier au Lion*, v. 785.

¹⁸ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 6320-22.

¹⁹ Marie de France, *Le Lai du Chèvrefeuille*, v. 77-78 et 61-62.

²⁰ Procédé rhétorique prisé au Moyen Âge, qui consiste à broder "à l'infini" sur un thème jugé digne d'intérêt.

²¹ Guillaume de Lorris, *Le Roman de la Rose*, v. 1496 ; le récit occupe les v. 1439-1506.

C. Le statut particulier de *deux* et de doubler.

Il serait faux de dire que *deux* n'est pas considéré comme un nombre, car il l'est très souvent, mais il arrive aussi qu'il soit à part, que les vrais dénombrements ne commencent qu'à trois ; et l'existence d'expressions particulières de la dualité renforce ce statut ambigu, qui se manifeste déjà linguistiquement, dans la formulation "*ambedui* [tous les deux]", avec ses diverses variantes dont la plus fréquente est "*andui*", constamment utilisées pour désigner les deux personnages dont on nous narre les aventures. Et ces expressions se déclinent parce qu'elles sont le pronom - collectif - de la dualité, qui est la seule quantité déterminée à en posséder un.

Quant aux véritables dénombrements, ils ne commencent qu'à trois ; c'est très visible dans les séries, où les deux premiers sont désignés par "*l'un, l'autre*", et où la suite est "*li tierz* [le troisième]" et éventuellement une série cardinale plus ou moins longue.

On peut donc dire que la paire est perçue d'une manière différente, moins numériquement que les ensembles comprenant davantage d'éléments, et qui nécessitent un dénombrement. On rejoint là encore une constatation de Lucien Gerschel, selon laquelle, pour les peuplades primitives, *un* et *deux* sont des perceptions immédiates, les autres nombres devant être progressivement conquis. Certes, les hommes du Moyen Âge ont dépassé le stade de "*la tribu australienne Aranda* [qui], à un stade encore peu avancé, connaît «ninta» l'unité et «tara» la paire", et chez qui "trois se définit comme «deux et un» : «tara-mi-ninta», et quatre comme «deux et deux» : «tara-mi-tara». En aranda, la suite des nombres s'arrête là"²².

On va beaucoup plus loin au Moyen Âge, mais il se peut que, dans toutes les civilisations, *un* et *deux* soient marqués par la particularité de cette perception immédiate primitive, que reflétait peut-être la manière dont les Pythagoriciens, sans exclure *deux* de la définition du nombre, lui accordaient cependant un statut particulier, puisque la dyade rejoignait la monade pour être les générateurs des différents nombres figurés. Et les particularités de l'expression médiévale témoignent peut-être de manière très diffuse, lointaine, de cette ambivalence de *deux*, nombre en acte parfois, en puissance en d'autres cas, nombre qui n'a pas toujours besoin du recours à l'arithmétique pour se dire.

Et *deux* a une autre particularité qui va dans ce sens ; c'est l'existence d'un nombre duel, qui n'est pas extrêmement utilisé mais qu'on rencontre ici ou là pour désigner des paires indissolubles, senties comme doubles dans l'unité, et qui s'exprime par le pluriel de *un*, ce qui réalise l'union de la pluralité et de l'unité. C'est ainsi que Marc, ému de la chasteté apparente du couple d'amants dans la forêt du Morois, veut protéger Iseut endormie, du

²² L. Gerschel, "*La conquête du nombre*", article cité, p. 695.

soleil qui pénètre dans la loge de feuillage grâce à "*uns ganz de vair* [une paire de gants]" qu'il a sur lui et qu'elle lui avait apportés d'Irlande²³. C'est ainsi encore, parmi d'autres exemples, qu'Erec "*uns esperons a chauciez* [a chaussé des éperons]"²⁴.

Grâce à l'existence de résidus de déclinaison, le doute n'est pas permis ; il s'agit de cas-régimes, qui ne porteraient donc pas de *-s* s'il ne s'agissait pas du nombre duel. D'autre part, il est exclu de ne chausser qu'un éperon... Quant aux gants, ils sont deux ou ne sont rien, comme les ciseaux, avec lesquels Tristan se coupe les cheveux, qui sont indissolublement unis tant qu'ils sont en état de marche, et sont donc "*unes forces*"²⁵.

Le plus "joli" exemple d'usage intense du nombre duel est fourni par *Aucassin et Nicolette*, la chante-fable du XIII^e siècle, dans le portrait du bouvier qui a perdu son bœuf ; parmi d'autres signes de monstruosité, ce pauvre homme a "*une grande hure plus noire que du charbon, [...] unes grandes joues et un très grand nez plat et unes grandes narines et unes grandes lèvres plus rouges que [...]*"²⁶. Belle matière à étonnement, voire à contresens, pour les néophytes en ancien français !

On peut donc constater que ce nombre duel se porte bien, même s'il n'est pas abondant dans le corpus, phénomène normal si l'on considère qu'il ne s'applique qu'à des paires indissolubles, ce qui limite sa fréquence. S'agit-il de la survivance d'une structuration mentale primitive ? C'est possible et même vraisemblable, mais il est un peu surprenant de voir cette expression de la dualité réapparaître en ancien français alors que, si le sanscrit ou le grec en possédaient une, le latin l'ignorait. Quoi qu'il en soit, elle est utilisée aussi bien au XII^e siècle qu'au XIII^e, et survivra ultérieurement, au moins pendant tout le Moyen Âge.

Quant au verbe *doubler*, ses emplois ne manquent pas de surprendre. Ainsi, dans *La Chanson de Roland*, les païens sont-ils revêtus de "*hauberts sarrasins*" dont la plupart sont "*doublés en trois*"²⁷. Doubler en trois, ne serait-ce pas plutôt tripler ?

On apprend par ailleurs, avec Chrétien, que la largesse "*fait à .V.^c. doubles monter* [fait monter à 500 doubles]"²⁸ les qualités d'un homme ; qu'Alexandre, songeant à sa bien-aimée Soredamor, pense à son corps qui est "*plus blanc quatre doubles*"²⁹ que celui des autres ; que celui qui sème bien

²³ Bérout, *Tristan et Iseut*, v. 2006 (et 2007), édition bilingue de J.-Ch. Payen chez Garnier ; les mêmes textes sont édités en "*Lettres Gothiques*" bilingue (numérotation assez différente).

²⁴ Chrétien de Troyes, *Erec et Enide*, v. 102.

²⁵ "*Folie*" d'Oxford, v. 203.

²⁶ *Aucassin et Nicolette*, XXIV, CFMA.

²⁷ *La Chanson de Roland*, laisse LXXIX.

²⁸ Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 211.

²⁹ Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 832.

récoltera les fruits "à cent doubles"³⁰, tandis que *La Queste* parle d'un palais "plus clair à sept doubles qu'il n'était devant [auparavant]" et d'un fleuve "à cent doubles plus beau et plus clair qu' au commencement "³¹.

Ces rapprochements ne permettent pas de douter : doubler par 4, par 7, par 100 ou par 500, c'est tout simplement multiplier, sans que le multiplicateur 2 s'impose le moins du monde, comme si la plus simple des multiplications, la duplication, avait fini par devenir le modèle du genre, en y perdant sa propre définition. Comme la multiplication complexe était souvent pratiquée par étapes, par duplication et addition, il n'y a rien de très étonnant à ce que doubler ait élargi son champ d'application, ce que semblent confirmer les formulations maladroites qui évitent soigneusement son emploi là où, pour nous, le contexte l'imposerait.

Un autre emploi étrange se trouve chez Thomas, mais sans que le multiplicateur 2 soit affecté. Ayant épousé Iseut aux Blanches Mains, Tristan est accablé de remords et se lamente ainsi : "L'une et l'autre souffrent à cause de moi, et je souffre à cause de double Iseut [des deux Iseut]"³².

Multiplier ainsi les individus est un phénomène bien étrange, qui ouvre une série de doublements plus "naturels", même s'ils ne sont guère plus mathématiques. Les amants séparés doublent en effet leur peine ou leur angoisse, mais l'expression, bien qu'appliquée à du non-mesurable, est tout à fait compréhensible au sens figuré. Ainsi, "le roi Marc n'a qu'un tourment, mais la reine en subit un double" puisqu'elle souffre de l'absence de Tristan et de l'obligation d'accomplir avec Marc le devoir conjugal. Quant à Tristan, il éprouve "double peine, double douleur"³³ puisqu'à la douleur d'être séparé d'Iseut la Blonde s'ajoute celle de faire souffrir Iseut aux Blanches Mains.

Que "double [soit] la peine" ou le tourment est une "opération" mentale plus facile à concevoir que le doublement d'Iseut. De même, on conçoit aisément que le valet qui a agressé Cligès "double sa honte" en étant deux fois de suite mis à bas de son cheval³⁴.

Jean de Meun pratique aussi des doublements étranges, mais avec des objets. Les deux tonneaux de Jupiter deviennent "des tonneaux qu'il a toujours doubles, dont l'un est clair et l'autre trouble"³⁵.

Sur cet exemple concret, il est facile de voir la confusion qui s'est installée entre multiplication et addition. Ajouter un tonneau à un autre, ce

30 Chrétien de Troyes, *Le Conte du Graal*, v. 4.

31 *La Queste del Saint Graal*, p. 15 et 135.

32 Thomas, *Tristan et Iseut*, v. 523-24.

33 Thomas, *Tristan et Iseut*, v. 1033-34 et 1049.

34 Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 2897.

35 Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 10631-32.

n'est pas doubler le tonneau, c'est doubler le nombre des tonneaux, tandis qu'un double tonneau serait un tonneau dont le volume serait double du volume unitaire. De même, mais au sens figuré l'erreur est moins facilement analysable, se confesser deux fois de suite n'est pas (s)a "*confession doubler*", pratique à laquelle se laisse aller le même Jean de Meun³⁶.

Quand on voit le mot *somme* signifier plus volontiers "résumé" ou "paraphrase amplificatrice" que le résultat d'une addition, quand on peut doubler par n'importe quoi, sauf, de préférence, par deux, on est bien obligé de constater un certain nombre de confusions sur des concepts de base ; ainsi oublie-t-on, malgré les leçons d'Isidore de Séville, l'étymologie évidente de *doubler* ; ainsi confond-on le nombre d'objets - ne parlons même plus d'Iseut - et les dimensions de ces objets ; ainsi varie-t-on à l'infini, ou presque, les opérations désignées par *doubler* ou *faire la somme*, dont les dictionnaires de la langue médiévale n'ont d'autre solution que de donner de longues listes de traductions et d'emplois hétérogènes. Les termes qui recouvrent des notions arithmétiques précises ont, comme ceux de la géométrie, vu leur champ sémantique s'élargir à tel point qu'ils ont sans doute perdu leur valeur opératoire dans le domaine scientifique, ce qui laisse présager d'autres confusions, car, sans concepts clairs et clairement définis, il n'est pas de science possible. Et ce n'est pas le seul blocage épistémologique de l'arithmétique médiévale.

Cependant, si, manifestement, les hommes du Moyen Âge ont des connaissances arithmétiques floues, ils utilisent volontiers les nombres et les raisonnements arithmétiques, pour se livrer à toutes sortes d'opérations ou de développements qui peuvent aussi bien être d'une naïveté touchante qu'élaborés mais appliqués à des réalités qui n'ont rien de mathématique. Par curiosité, nous verrons quelques exemples de ces deux catégories.

*

* *

³⁶ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 11222.56.

II. Le maniement des opérations et des raisonnements arithmétiques.

A. Les opérations simples.

La notion d'égalité va de soi, évidemment ; pourtant, elle semble subir une sorte d'entorse dans *La Chanson de Roland*, où, pour louer l'ardeur combative de "mille Français de France", l'auteur explique qu'ils ne descendront pas des défilés qu'ils occupent "Avant que soient sorties .VII.C. épées"³⁷.

Que feront donc les trois cents chevaliers dont l'épée restera au fourreau ? Et il ne semble pas s'agir d'une erreur de copie, car mille rendrait le vers bancal. Cette imparfaite bijection, ou, si l'on préfère, cet appariement incomplet, a quelque chose de mystérieux qui s'explique peut-être surtout par le goût des nombres "mille [et] sept cents", qu'on peut constater à d'autres reprises³⁸.

Et quand l'égalité est constatée, il semble qu'elle ne s'impose pas à l'évidence, et qu'elle aille mieux en le disant : "On en compte .III.C. des deux côtés ; ils étaient donc égaux en nombre"³⁹.

Pour Lancelot aussi, l'égalité est présentée non comme une évidence mais comme le produit d'une opération mentale. Les chevaliers lisent sur le "Siège Périlleux : .CCCC. ANS ET .LIIII. SONT ACCOMPLIS APRES LA PASSION DE JESUS-CHRIST ; ET AU JOUR DE LA PENTECOTE CE SIEGE DEVRA TROUVER SON MAITRE. [...] - Au nom de Dieu, fait Lancelot, qui voudrait calculer précisément le terme de cette inscription, depuis la résurrection de Notre Seigneur jusqu'aujourd'hui, trouverait, à mon avis, par juste compte qu'aujourd'hui ce siège doit être occupé ; car c'est la Pentecôte après les .cccc.ans et .liiiij. [400 ans et 54]"⁴⁰.

Les textes nous fournissent aussi quelques exemples d'opérations. La soustraction à laquelle se livre l'auteur de *La Chanson de Roland* brille par sa naïveté, par ce que l'on pourrait appeler un art d'explicitier les évidences, ou ce qui nous paraît tel. Il s'agit de savoir combien font "12 - 10" : "Des douze pairs, dix sont morts ; il n'en est resté que deux vivants"⁴¹.

³⁷ *La Chanson de Roland*, laisse LXV.

³⁸ Par exemple, et sans justification plus évidente, quand il est dit que Roland frappera et mille coups et .VII. cents (laisse LXXXV).

³⁹ Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 2842-43.

⁴⁰ *La Queste del Saint Graal*, p. 4.

⁴¹ *La Chanson de Roland*, laisse CII.

Le genre oral est certes redondant, destiné à un public mêlé dont une partie est illettrée, mais quand même... Quant au *Roman de la Rose*, qui n'a pas ces contraintes liées à la réception orale, il nous "démontre" lui aussi assez longuement que " $10 - 2 = 8$ ". Il s'agit des commandements d'Amour, qui sont dix chez Guillaume de Lorris, et dont la Vieille veut en exclure deux : "*Il y en a dix, pour qui compte bien, mais bien fou qui s'embarrasse des deux derniers, car ils ne valent pas un faux denier. Je vous accorde les huit [premiers], mais qui suit les deux autres perd sa peine et se rend fou*"⁴².

Quant à la soustraction, sur des nombres plus grands, à laquelle se livre Blanchefleur expliquant à Perceval la situation désastreuse de Beaurepaire assiégé, elle pose un évident problème arithmétique :

*"De trois cent dix chevaliers qui défendaient ce château, il n'en est resté ici que cinquante ; deux cents et dix moins de soixante [intraduisible] ont été emmenés par un chevalier très mauvais, Aguingueron, le sénéchal de Clamadeu des Iles, qui me les a tués et [ou ?] emprisonnés."*⁴³

Refaisons les comptes de Blanchefleur, manifestement troublée. Il y avait trois cent dix chevaliers à Beaurepaire ; il en reste cinquante ; Aguingueron en a donc emmené deux cent soixante, pour l'arithmétique ; or, pour Blanchefleur, il en a pris

"Deux cents et dix moins de soixante"

expression pour nous complexe, qu'il faut lire, selon l'ordre latin et les habitudes médiévales comme " $200 + (60 - 10)$ ", soit 250. Mais où sont donc passés ces dix chevaliers, qu'il est d'ailleurs étrange de soustraire de soixante, puisque dans la pratique des chiffres romains c'est cinquante qui s'impose comme unité à laquelle on ajoute ou soustrait dix ?

Et les divers manuscrits donnent des versions aussi fautives, qui comportent toutes le surprenant "*et dix moins de soixante*", et parfois des fautes d'opération encore plus impressionnantes. Chrétien s'est-il trompé dans ses calculs, ou les copistes ne l'ont-ils pas bien suivi ? Quoi qu'il en soit, qu'ils aient pu écrire sans sursauter des opérations semblables, eux qui ne se gênaient guère pour modifier ce qu'ils copiaient, montre qu'ils n'avaient guère le sens des chiffres... et que le calcul mental n'était pas leur art favori. Car l'habitude des jongleries numériques ne justifie en rien semblable inadvertance. Sans doute le public médiéval a-t-il d'autres soucis que la vraisemblance... Peut-être n'est-on pas attentif aux données chiffrées quand on lit... mais si l'auteur a pris la peine de les y mettre, elles méritent autant d'attention que le reste, et les négliger révèle alors, chez le lecteur, une indifférence qui est sœur de l'ignorance.

⁴² Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 13021-27.

⁴³ Chrétien de Troyes, *Le Conte du Graal*, v. 1957-64.

Quelle que soit l'interprétation, cette erreur révèle donc, chez les uns ou les autres, une inaccoutumance aux opérations simples, et un niveau arithmétique faible, ce que confirment des exemples de multiplications et de divisions.

On "*monteplie*" en disant "*n fois*", qu'il ne faut pas confondre avec "*n tanz plus*" que nous examinerons plus tard. Et l'on multiplie plus souvent des actes que des nombres. Ainsi remercie-t-on, ou maudit-on, selon les circonstances, plutôt cent, voire cinq cents fois qu'une ; ainsi se signe-t-on cent fois et souhaite-t-on dix mille fois que vienne celui qu'on attend⁴⁴.

À l'exception des "*doubléments*", qui ne s'expriment pas comme des opérations de multiplication, nous ne trouvons guère d'exemples de vraies multiplications dans le corpus. C'est peut-être que l'expression n'en est pas très aisée, et, le plus souvent, on préfère contourner le problème. Reprenant la parabole des talents, la *Queste del Saint Graal* explique bien qu'il faut "*monteplier*" les besants qu'on a reçus, mais le résultat de la multiplication, par deux, n'est pas fourni, la scène montrant simplement l'égalité entre les besants reçus et les besants gagnés par les deux premiers sergents, le troisième n'ayant rien multiplié :

*"Celui à qui un homme riche donna les cinq besants les multiplia de telle manière que, quand il vint devant son seigneur et dut rendre compte et raison de son gain, il dit : "Seigneur, tu me donnas cinq besants : les voici, et cinq autres avec que j'ai gagnés.""*⁴⁵

Avec une expression comme "*faire conte et reson*", ce dernier très polysémique ayant aussi une signification mathématique, - la raison deux, par exemple -, on aurait pu s'attendre à autre chose qu'à la présentation de cinq d'un côté et de cinq de l'autre ; mais non... on reste à la perception visuelle d'une multiplication par deux, qui n'est pourtant pas compliquée.

Jean de Meun se livre, lui, à la multiplication par deux dans son développement sur les miroirs dont il semble profiter pour faire réviser à ses lecteurs leur "*table de deux*". Les miroirs, en effet, peuvent faire "*sembler d'une chose deux, ou six de trois ou huit de quatre*"⁴⁶.

Il se lance dans une opération plus complexe qui ressortit à la démographie quand il invite, dans le discours de Génies, à aviser pour que le taux de natalité soit supérieur au taux de mortalité, le tout à travers le mythe des trois Parques. Il faut, "*si Atropos, qui est si vilaine, coupe six des*

⁴⁴ Références libres à pratiquement tous les textes.

⁴⁵ La *Queste del Saint Graal*, p. 63.

⁴⁶ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 18213 et 18215.

*fil*s [de la vie], qu'il en demeure une douzaine ; ainsi, pensez à [vous] multiplier"⁴⁷.

Les valeurs numériques utilisées - "*six, une douzaine*" -, suggèrent une multiplication par deux, qui serait fausse puisque, compte tenu des six enfants qui mourront, s'il doit en rester douze, c'est par trois qu'il faut "*multiplier*" si l'on peut nommer ainsi, d'après la tradition biblique, l'opération de procréer. Jean de Meun gardant le silence sur le multiplicateur, nous éviterons de lui faire un procès d'intention... nous contentant de constater que son "*naturalisme*" souhaite voir la population doubler à chaque génération...

Ajoutons une autre multiplication qui, d'une certaine manière, reste dans le contexte de la procréation puisque l'amant-narrateur ne voudrait pas se voir privé des "*deux martelets*" dont Nature l'a armé "*pour cinq cents fois cent mille livres*"⁴⁸. Mais le résultat de cette opération sur les grands nombres n'est pas fourni ; sans doute est-ce plus impressionnant ainsi !

Les divisions auxquelles procèdent les textes sont également les plus élémentaires. On s'y livre sur le champ de bataille en "*bris[ant] le col*" de son adversaire "*en deux moitiés*", ou en coupant en deux l'adversaire entier, quand le cheval ne subit pas la même opération de partage !

Ces divisions de l'unité en deux moitiés n'ont rien de très arithmétique, et lorsqu'on se rapproche d'une vraie division, c'est à un niveau très élémentaire, qui est la réciproque de la multiplication des pains dans *La Queste* ; ainsi Guillaume de Lorris divise-t-il en deux les dix flèches d'Amour, avec comme résultat affiché cinq belles flèches et cinq laides, d'ailleurs séparées empiriquement puisque Amour "*en tint cinq en sa main droite*", les belles et bonnes comme il se doit, tandis que la main gauche reçoit celles dont le fer est "*plus noir que diable d'enfer*"⁴⁹.

Élémentaire aussi, mais plus intéressante est la division en deux du délai de "*quarante jours*" au terme duquel Kaherdin doit ramener Iseut, puisque le voyage aller ayant duré "*vingt nuits, vingt jours*", avec de bonnes conditions météorologiques, l'angoisse est totale en ce qui concerne le voyage du retour, qui ne pourra s'accomplir dans les temps que si le vent reste aussi favorable⁵⁰. Cette division, pour simple qu'elle soit mathématiquement, a donc une importante valeur littéraire, ce qui n'est le cas d'aucune des autres, mais qui n'ont d'intérêt visible ni mathématique ni littéraire, et qui ne semblent là que par goût des données chiffrées même superflues.

⁴⁷ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 19798-801.

⁴⁸ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 21392.

⁴⁹ Guillaume de Lorris, *Le Roman de la Rose*, v. 923 et 960.

⁵⁰ Thomas, *Tristan et Iseut*, v. 2553, 2591 et toute la séquence.

La moisson est donc assez pauvre en ce qui concerne le maniement des opérations simples. Paradoxalement, les textes sont peut-être plus riches en utilisation de modes de raisonnement arithmétique plus complexes, même s'il ne faut pas s'attendre à un cours de mathématiques supérieures.

* * * * *

B. Opérations et raisonnements plus complexes.

Les nombres sont souvent utilisés dans la littérature médiévale, en guise de superlatifs, pour tendre vers l'infini ou vers zéro, ou pour approximer quand on ne peut, ou ne veut, être précis, et l'approximation semble avoir des charmes particuliers pour les esprits médiévaux, malgré le *leitmotiv* de l'exactitude que permet le nombre.

Les superlatifs sont fréquemment obtenus sous forme de fractions, dont le numérateur est toujours 1, tandis que le dénominateur comporte tout... et pas toujours ce que notre esprit "décimal" attendrait ; ainsi Chrétien avoue-t-il ne pouvoir "*nommer le dixième, le treizième ni le quinzième*" des chevaliers venus admirer son héroïne...⁵¹ D'une manière un peu semblable, mais plus "probabiliste", pour Jean de Meun, "*vous ne pourriez trouver son pareil, peut-être en quatorze côtés*". Pourquoi justement 14 ? il est probable que nous ne le saurons jamais !⁵² Il lui arrive, pourtant, de compter de 10 en 10, lorsqu'il nous explique, par exemple, que la mort poursuit les hommes "*dix ans ou vingt, trente ou quarante, cinquante, soixante, septante, voire octante, nonante, cent*"⁵³. Qui dira que l'espérance de vie était brève au XIII^e siècle ?

On jongle aussi pour monter à l'infini ou le suggérer : dans toutes les chansons de geste, les combattants, les morts aussi, se comptent par milliers et centaines de milliers ; c'est ainsi que "*si les douze pairs que Charles aime tant font l'avant-garde avec vingt mille Francs*", le roi sarrasin Marsile dit avoir "*une telle armée que vous n'en verrez de plus belle. Je peux avoir quatre cent mille chevaliers*"⁵⁴. C'est l'infini de la puissance divine que cherche à suggérer Jean de Meun, en une progression arithmétique dont la

⁵¹ Chrétien de Troyes, *Erec et Enide*, v. 1681.

⁵² Jean de Meun, *le Roman de la Rose*, v. 9999. On peut cependant émettre l'hypothèse d'une amplification de 7, qui joue parfois le rôle de nombre indéterminé. Cf. les reproches du trouvère Conon de Béthune à une dame un peu fière à son goût : "*Par Dieu, Dame, cela vous a fait grand tort de toujours vous fier à votre lignage, car tel sept (tel et tel, un certain nombre) ont déjà soupire pour vous [...] mais on n'aime pas une dame pour sa parenté*". Dans cette logique, 14, que l'on trouve de manière aussi surprenante chez d'autres auteurs pourrait signifier... autant qu'on veut.

⁵³ Jean de Meun, *le Roman de la Rose*, v.15949-51.

⁵⁴ *La Chanson de Roland*, laisses XLII et XLIII.

soudaine "accélération" révèle comme une frustration d'ignorer la progression exponentielle :

*"Aucune chose, si lointaine soit-elle, n'est aussi prochaine à Dieu que si elle était présente. Qu'il se passe dix ans, ou vingt ou trente, voire cinq cents, voire cent mille..."*⁵⁵

Il peut même arriver que l'on se livre, sans le savoir, à de belles anticipations. Jean de Meun sait-il, quand il loue l'amitié véritable, qu'il donne une définition de l'infini en se livrant à une sorte de raisonnement par analogie sur la suite des nombres entiers, dans laquelle, quel que soit n , on peut toujours générer $n + 1$? Si élevée que soit la richesse, dit-il, la valeur de l'amitié lui sera toujours supérieure :

*"Il n'est pas de richesse qui égale la valeur d'un ami, car elle ne saurait atteindre un niveau si haut que la valeur d'un ami ne lui soit encore supérieure..."*⁵⁶

Cependant, même avec des nombres, n'accède pas à l'infini qui veut, et l'on est parfois contraint d'avouer son impuissance, comme le fait l'auteur de la *Chanson de Roland*, qui projette ses lacunes sur Olivier :

"Les escadrons, même, il ne les peut compter. Il y en a tant qu'il n'en sait pas le nombre, et lui-même en est tout égaré,"

ce qui ne l'empêche pas de déclarer qu'ils sont bien cent mille, qui fait figure, pour lui, de dernier nombre pensable⁵⁷.

Inversement, on peut aussi, avec les nombres, tendre vers zéro, sous forme de pseudo-fractions au dénominateur croissant, et l'on tend alors vers ce qu'on pourrait appeler un dénombrement "pré-probabiliste" si l'idée de quantifier la chance avait pu germer dans des cervelles médiévales. Tel qu'il est pratiqué, il n'est pas loin des fractions, mais il n'est pas tout à fait de même nature.

On peut voir la proximité des deux types d'approche avec un exemple tiré de *Cligès*, quand un espion du duc de Sessogne fait son rapport à son maître :

*"Seigneur, dit-il, il n'est resté parmi les treize Grecs un seul qui se puisse défendre..."*⁵⁸

⁵⁵ Jean de Meun, le *Roman de la Rose*, v. 17460-61.

⁵⁶ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 4943-46.

⁵⁷ *La Chanson de Roland*, laisse LXXXI.

⁵⁸ Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 3581-83.

Ces "treize" sont Cligès et ses douze compagnons, et si cet éventuel survivant existait, il représenterait bien un treizième des Grecs, mais le problème n'est pas posé sous cette forme fractionnelle ; il est, en réalité, question de savoir si "parmi les treize, il en est un qui réponde au prédicat être en vie", et, dans le cas présent, de donner une réponse négative à ce dénombrement.

On rencontrait déjà un raisonnement de ce type dans la *Chanson de Roland*, où les Français frappent si durement leurs adversaires que, dans le camp païen "de cent milliers deux n'en peuvent guérir"⁵⁹. Deux sur cent mille... probabilité d'autant plus faible qu'elle est niée ! Mais on pourrait la calculer, ce qui n'est pas le cas avec une formulation très proche de Chrétien, qui ne fournit pas l'une des données nécessaires, le nombre de "*ses hommes, parmi lesquels il n'y en a pas deux qui ne le tiennent pour un méchant, un traître*"⁶⁰.

Ce *deux* qu'on cherche dans un ensemble donné est un peu surprenant ; compte tenu du contexte généralement négatif, et la volonté de traduire une hypothèse exclue, on attendrait plutôt *un* ; en effet, la négation de *un* rendrait nulle la probabilité, alors que celle de *deux* laisse ouverte la possibilité d'en trouver *un* qui réalise la condition. C'est sans doute pourquoi Jean de Meun, qui aime la logique et montre qu'il la manie avec aisance, préfère choisir *un* dans des raisonnements de ce type. Les vrais amis sont rares pour l'homme riche, affirme-t-il ; ils en ont "*tant qu'ils ne peuvent les compter*", mais que tourne la roue de Fortune, et ils découvriront les vrais, ou plutôt, ont une bien faible probabilité de les découvrir "*car, de cent amis apparents, compagnons ou parents, s'il pouvait leur en rester un, ils devraient en remercier Dieu*".

Et comme si la probabilité paraissait encore trop forte, un autre développement sur le même thème la réduit encore, puisque, finalement, "*il n'en reste ni un ni un demi*" et, avec cette évaluation en moitiés d'individus, c'est sur les statistiques actuelles que Jean de Meun anticipe audacieusement ! Mais sa conclusion est plus réaliste :

"De tels amis se révèlent amplement s'ils en trouvent un seul parmi mille."⁶¹

C'est la même probabilité qui est retenue pour la femme qui veut s'assurer d'une conquête et n'est pas loin de pratiquer le tirage aléatoire !

"Pour une (proie), elle veut en assaillir mille, car elle ne sait laquelle elle prendra avant de la tenir."⁶²

⁵⁹ La *Chanson de Roland*, laisse CXI.

⁶⁰ Chrétien de Troyes, *Cligès*, v. 4152-54.

⁶¹ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 4867, 4885-88, 4912 et 4941-42.

⁶² Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 13586-88.

Il va de soi que la terminologie qui a été utilisée est anachronique, et qu'on ne posait pas les problèmes en ces termes ; mais enfin, les jeux de hasard, les dés en particulier, existaient au Moyen Âge, et, empiriquement, avaient dû donner de vagues aperçus de ces notions, suffisants pour envisager des dénombrements, sans les nommer ni les identifier. Nous sommes loin encore de la "géométrie du hasard" de Pascal, mais nier - puisque l'usage de ces tournures est presque toujours négatif - la possibilité de trouver n individus satisfaisant à une condition donnée dans un ensemble p est tout à fait à la portée des auteurs du Moyen Âge qui ont envie de donner à leurs exclusions le prestige de l'habit numérique.

Parmi les notions complexes qu'aiment manipuler les auteurs médiévaux, il faut faire une place spéciale aux proportions, qui ne portent pas sur des nombres, mais transfèrent dans le domaine des abstractions de la vie un mode de raisonnement très prisé dans les mathématiques médiévales.

Le Moyen Âge, qui multiplie en disant " n fois" utilise aussi la formulation " n tant plus", généralement suivie de " que " et du référentiel. La distribution n'a rien de fantaisiste, et prouve qu'on distinguait soigneusement, dans le langage, multiplication et proportionnalité, marqué que l'on était sans doute par le goût des proportions, hérité de Pythagore, bien qu'il ne s'agisse jamais de " $médiétés$ ", et que les valeurs numériques nécessaires au calcul brillent par leur absence. Choisissons, parmi les multiples exemples, une formule canonique, qui suggère la joie de Gauvain, retrouvant son ami Yvain :

*"Messire Gauvain en a cent tant plus grande joie que nul [autre]."*⁶³

Le sens des proportions se retrouve encore dans certaines formulations complexes, voire cocasses, généralement destinées à établir une inéquation à valeur hyperbolique. Jean de Meun nous en offre un exemple alambiqué :

*"De ce côté, le château est plus faible qu'un gâteau cuit est plus dur à couper en quatre que ne sont les murs à abattre"*⁶⁴ (!!!),

d'où il ressort que la résistance du château est inférieure à celle d'un gâteau bien cuit qu'on veut couper en quatre, boutade que nous nous amuserons à mathématiser puisque l'auteur nous convie à l'acte gratuit.

$$\text{Soient donc } \left\{ \begin{array}{l} R_c \text{ la résistance du château,} \\ R_g \text{ la résistance du gâteau,} \\ F_1 \text{ la force des assaillants,} \\ F_2 \text{ la force du cuisinier.} \end{array} \right\} \frac{R_c}{F_1} < \frac{R_g}{F_2}.$$

⁶³ Chrétien de Troyes, *Le Chevalier au Lion*, v. 2288-89.

⁶⁴ Jean de Meun, *Le Roman de la Rose*, v. 7913-16

Plus poétique est la proportion qu'établit Chrétien empruntant le regard de Lancelot pour valoriser les cheveux de Guenièvre :

*"Si vous voulez savoir la vérité (je vous dirai que) l'or cent mille fois épuré et autant de fois recuit aurait paru plus obscur que n'est la nuit par rapport au plus beau jour d'été qui fut cette année à qui aurait mis côte à côte l'or et les cheveux"*⁶⁵. (C'est plus joli en ancien français !)

Cela revient à poser la relation suivante, qu'on formulerait ainsi dans la tradition mathématique, si les mathématiques se mêlaient d'affaires semblables : en matière de clarté, *"l'or est aux cheveux de Guenièvre cent mille fois moins que la nuit n'est au jour"*, ce qui est la forme de la proportion géométrique compliquée d'une inégalité et d'un coefficient multiplicateur, qui renforce l'hyperbole, de même que le choix des extrêmes, l'or le plus pur et le plus beau jour d'été.

Nous ne sommes pas dans le cadre d'un calcul numérique, certes ; il n'empêche que le raisonnement de type mathématique, pourtant complexe, est bien assimilé, et qu'on y ressent même une aisance plus grande que face à l'expression de petits calculs élémentaires. C'est pourquoi il est surprenant de voir que, dès que les nombres reviennent en lice, le niveau redescend. C'est le cas lorsqu'ils servent à des approximations, souvent un peu surprenantes pour nous.

Jean de Meun mentionne *"cinq cents ou cinq mille sergents"*, ce qui est quand même une belle approximation, tout comme, toujours chez lui *"un ou deux ou trois ou quatre, voire cinq cent et deux douzaines"*⁶⁶ ! Quant à Roland, qui frappera *"et mille et sept cents coups"*⁶⁷, outre que cela peut nous sembler beaucoup, nous n'aurions sans doute pas choisi le même ordre, marqués que nous sommes par la notion de progression arithmétique.

Ces emplois ponctuels montrent un évident plaisir à jouer avec les nombres sans nécessité précise, phénomène que nous allons constater plus nettement avec trois exemples de nature différente.

*
* * *

⁶⁵ Chrétien de Troyes, *Le Chevalier de la Charrete*, v. 1487-94.

⁶⁶ Jean de Meun, *le Roman de la Rose*, v.5274 et 7642-44.

⁶⁷ *La Chanson de Roland*, laisse LXXXV.

III. USAGE LUDIQUE ET LITTÉRAIRE DES NOMBRES.

A. L'organisation des compagnies dans *La Chanson de Roland*.

Après la mort de Roland, un envoyé de Baligant vient porter le défi à Charlemagne, qui se prépare avec ses hommes, "*plus de cent mille*", qu'il organise en dix compagnies ; cette mise en place, très précisément chiffrée, occupe neuf laisses, et son examen réserve quelques surprises. Mettons le texte en tableau, pour mieux visualiser les choses.

laisse	n° des compagnies	composition numérique	nationalité(s)	chef(s)
217	1ère et 2ème	15 000 × 2	Français	Gibouin Lorant
218	3ème	≈ 20 000	Bavarois	Ogier le Danois
219	4ème	20 000	Allemands	Herman de Thrace
220	5ème	20 000	Normands	Richard le Vieux
221	6ème	30 000	Bretons	Eudon
222	7ème	≈ 40 000	Poitevins Auvergnats	Jozeran Godselmes
223	8ème	plus de 40 000	Flamands Frisons	Rembald Hamon de Galice
224	9ème	50 000	Lorrains Bourguignons	Thierry d'Argonne
225	10ème	100 000	Français	Geoffroi d'Anjou
	total	≈ 350 000		

Quelques remarques s'imposent sur cet étrange calcul :

- certaines compagnies ont droit à une évaluation du nombre des chevaliers qui les constituent, les 3ème, 7ème et 8ème ; pour d'autres, le nombre est "authentifié" par les dires, soit des autres - "*tous les autres le disent*" -, soit des "*Francs*" ; c'est le cas des 4ème et 5ème compagnies, et, pour la 9ème, c'est un dénombrement "*par compte*" qui authentifie sa composition numérique.

- l'auteur s'élève peu à peu, suivant un ordre croissant de milliers : quinze, deux fois, vingt, trois fois, trente, quarante ("à peu près" une fois et "plus" la deuxième), cinquante, puis il double, avec cent, type de progression qu'on a déjà rencontrée.

- il additionne mal, et ne semble pas choqué par une aberration qui saute à l'oreille : la 10ème compagnie comprend, à elle seule, autant que le total, cent mille qui a pourtant été annoncé juste avant la mise en place des données de l'addition, à la laisse CCXVI, et qui est repris en conclusion à la laisse CCXXVII. Et l'erreur est de taille... 350%, ou un peu plus, voire un peu moins...

- dernière anomalie : il est constamment fait état des .XII. *pairs* que Charles aime tant et des .XX.mille combattants de France. Or, si l'on fait une addition partielle, ne retenant que les Français, on en trouve cent trente mille, entre les 1ère, 2ème et 10ème compagnies.

Il apparaît donc que l'auteur s'est grisé de grands nombres, s'est envolé de milliers en milliers, et qu'il n'a pas vérifié l'exactitude ni la cohérence de ses résultats, ce qu'il n'était pourtant pas difficile de faire, ne serait-ce que sur ses doigts ou en dessinant des bâtons !

Il est alors évident que l'exactitude arithmétique lui importait peu en l'occurrence et que sa visée était ailleurs, dans la mise en place d'un foisonnement, dans une volonté de montrer toutes les nationalités de l'Empire en fraternelle compétition pour le service de Charlemagne ; il s'est sans doute livré à un transfert, la surenchère de l'ardeur et de la valeur se traduisant dans le texte par une surenchère quantitative. En réalité, il ne fait pas d'arithmétique : les nombres lui servent abondamment mais c'est en vue de produire un effet littéraire, qui est ici de type épique. On en trouve une sorte de confirmation dans l'organisation des compagnies sarrasines à laquelle on assiste à la laisse CCXXXII. On a peu de données numériques ici, mais elles sont trente dont "*la plus faible comprend cent mille*" hommes, ce que l'auteur déclare lui-même un nombre stupéfiant. Admettons ; mais même en prenant cette quantité minimale, et en la multipliant par trente, on obtient trois millions de païens (xxx ou un million cinq cent mille païens). Or, il nous en est annoncé quatre cent mille ! Eux aussi se sont miraculeusement multipliés sur le champ de bataille avant d'y mourir, et il n'est sans doute pas neutre que, quelles que soient les erreurs d'opération, l'avantage du nombre soit toujours du côté païen, ce qui revient à exalter la vaillance mais aussi le bon droit des chrétiens qui ont Dieu à leurs côtés. Les chiffres sont donc aussi au service d'une idéologie. Roland l'affirme, au

demeurant : "Pour un des nôtres [tué], il trouvera quinze morts [dans ses rangs]"⁶⁸, ce qui dit bien le peu que vaut un païen comparé à un chrétien.

Et curieusement, on découvre alors que si l'armée chrétienne compte, comme il est si souvent dit, cent mille chevaliers, il faut un million cinq cent mille païens pour que la menaçante prédiction de Roland puisse se réaliser ; mais ce n'est peut-être qu'une coïncidence... qui ne tient pas compte du gonflement des effectifs en cours de présentation des compagnies, car, pour trois cent cinquante mille chrétiens, il faudrait cinq millions deux cent cinquante mille païens, soit une moyenne de cent soixante quinze mille hommes par compagnie, ce qui dépasse peut-être les limites possibles du grossissement épique.

* * * * *

B. Les 454 / 354 ans de *La Queste del Saint Graal*.

Nous avons vu plus haut Lancelot découvrir, au début du roman, la date de 454 après la Passion du Christ, et, à la fin du roman, on apprend que quelqu'un attend le héros, Galaad, depuis 354 ans ; ce sont là les deux seules notations temporelles précises qui nous soient fournies ; et ces 54 qui sonnent en écho ont de quoi intriguer.

Faisons abstraction des centaines variables : si l'on divise 54 par les premiers nombres, en ne retenant que les quotients entiers, on constate que :

$$54 : 2 = 27, 54 : 3 = 18, 54 : 6 = 9, 54 : 9 = 6$$

ce qui constitue une suite 6, 9, 18, 27, de multiples de 3, sur laquelle il est bien tentant de rechercher des médiétés, ou des proportions, si chères à l'esprit médiéval.

Si l'on retient les quatre nombres, on constate d'abord que $\frac{27}{9} = \frac{18}{6} = 3$, ce qui nous met en présence, non d'une médiété, mais d'une proportion géométrique, mais le Livre III des *Étymologies* d'Isidore de Séville confond proportion et médiété.

Si l'on cherche des médiétés véritables, il faut exclure l'un des quatre nombres, pour ne garder que trois termes. Excluons le plus petit, 6 ; il nous reste :

$$a = 27 \quad b = 18 \quad c = 9.$$

Or, $27 - 18 = 18 - 9 (= 9)$, ce qui nous met en présence de la médiété arithmétique où : $a - b = b - c$.

Excluons maintenant le plus grand, 27 ; il nous reste :

$$a = 18 \quad b = 9 \quad c = 6.$$

⁶⁸ *La Chanson de Roland*, laisse CXLIII.

Souvenons-nous qu'on a une médiété harmonique si $a-b = \frac{a}{n}$ et $b-c = \frac{c}{n}$.

Posons $18-9 = \frac{18}{n}$, on trouve que $n = 2$, de même que si l'on pose $9-6 = \frac{6}{n}$.

La suite 6, 9, 18 constitue donc une médiété harmonique, et 6, 9, 18, 27, suite obtenue par la division de 54 par ses premiers diviseurs, 2, 3, 6 et 9, combine une médiété arithmétique, une proportion géométrique et une médiété harmonique, ce qui correspond à la *maxima perfecta que harmonia* de Boèce, c'est-à-dire à une retranscription, chère à l'esprit médiéval, de l'harmonie mathématique sur laquelle repose l'univers.

Telle est peut-être la raison de ces 54 ans qui se font écho dans les deux seuls délais précis indiqués dans *La Queste del Saint Graal*, à moins qu'il ne s'agisse que de hasard...

Nous allons maintenant, sans garantir le moins du monde la légitimité du résultat, faire subir à ces 354 / 454 ans un certain nombre de traitements inspirés des pratiques médiévales, à la lumière des leçons données par les grands symbolistes du nombre, Origène et saint Augustin. Commençons par faire subir à 354, qui s'y prête bien, la méthode d'Origène, expliquant les 300 coudées de long de l'Arche de Noé de la manière suivante :

$$300 = 100 \times 3.$$

Or, 100 représente "*plénitude et perfection*" qui sont multipliées par 3 parce que :

*"On croit dans la perfection par la Grâce de la Trinité, et que la connaissance de la Trinité relève jusqu'à 300 le nombre 100 qui était tombé dans l'ignorance de cette même Trinité."*⁶⁹

Selon les mêmes méthodes, pour saint Augustin, la Pentecôte est 50 jours après Pâques parce que :

$$50 = (7 \times 7) + 1$$

Or, 7 représente les dons du Saint Esprit, mis au carré, et 1 l'hommage à Dieu, ce qui affecte 50 des valeurs de la Grâce et de la Charité⁷⁰.

Essayons de ne pas rester béat de stupéfaction devant de telles "démonstrations" qui expliquent si magistralement "pourquoi votre fille est muette", et de tenter de les imiter en évitant d'intégrer à ces données "l'âge du capitaine" !

Dans une première approche, simple, et très conforme à l'écriture médiévale,

$$354 = 300 + 50 + 4$$

⁶⁹ Origène, *Homélie sur l'Arche de Noé*, cité par G. Minois, *L'Eglise et la science. Histoire d'un malentendu*, Paris, Fayard, 1990, t. 1, p. 78.

⁷⁰ Saint Augustin, *Sur la doctrine chrétienne*, cité par G. Minois, *op. cit.*, p. 116.

On peut plaquer sur cette décomposition du nombre l'explication d'Origène pour les centaines, celle de saint Augustin pour les dizaines ; il ne reste donc plus qu'à interpréter les unités, et, avec 4, on a le choix, puisque 4 représente aussi bien les Évangélistes, comme c'est dit dans *La Queste*, ou les Évangiles, "*les vertus des saints*" (sagesse, courage, justice, modération), "*les parties du monde*" (les points cardinaux) que "*les éléments du monde*", selon Raban Maur, tandis que saint Augustin y voit aussi le symbole du temps.

Le résultat est-il aberrant, du moins dans une optique médiévale ? "*Plénitude*" et "*perfection*" ne sont-ils pas les maîtres-mots de la quête du Graal, sur laquelle plane, directement ou quelque peu vidé de sa signification, ce qu'on pourrait appeler un "*esprit trinitaire*" ? Cette quête commence à la Pentecôte, sous le signe des dons du Saint Esprit - inégalement partagés, mais enfin... Elle est un hommage à Dieu, qui met en jeu les vertus des saints, et qui permet de s'élever, des réalités terrestres et du temps de ce monde, au ciel et à l'éternité.

Alors, pourquoi pas ? La seule gêne pour un esprit moderne un peu rigoureux étant qu'on pourrait aussi bien justifier 353, ou 356, le 3 et le 6 des unités présentant tout autant de possibilités que le 4... On pourrait même justifier n'importe quel autre choix, puisqu'il suffit de savoir ce qu'on veut trouver, et de triturer les chiffres jusqu'à ce qu'on y parvienne...

On peut aussi trouver d'autres combinaisons. Pour le plaisir de l'arbitraire, en voici une, plus élaborée "*mathématiquement*" qui ne manquerait pas d'intérêt non plus :

$$354 = [100 + (6 \times 3)] \times 3$$

La perfection serait redondante, avec 100, comme le dit Origène, mais aussi avec 6, le nombre parfait du Sénnaire, et 3 qui représente la perfection de la Trinité et les vertus théologiques, à moins que, préférant la variété, on voie en 100 la perfection, en 6 les âges du monde, selon Raban Maur - puisque *La Queste* englobe l'histoire de l'humanité -, dans le premier 3 les vertus nécessaires au salut, et dans le 3 qui multiplie le tout, la Trinité supervisant les affaires de ce monde, et pourquoi pas, de l'autre.

454 qui, plus que 354, importe dans *La Queste*, est *a priori* moins facile à expliquer, mais grâce à saint Augustin, on peut y parvenir sans trop de difficultés. En effet : $454 = [10^2 \times 4] + [(7 \times 7) + 1] + 4$.

Ne travaillons que sur les centaines, puisque le schéma d'organisation des dizaines et des unités est le même que dans la première décomposition de 354, étudiée ci-dessus.

Pour saint Augustin, 10 est un nombre parfait qui indique la vision béatifique parce qu'il est constitué de 3 (la Trinité) + 3 (les vertus théologiques) + 4 (les quatre éléments qui constituent le monde et l'homme)⁷¹. Le mettre

⁷¹ Cf. G. Minois, *op. cit.*, p. 116.

au carré pour obtenir 100 ne peut guère qu'exalter hyperboliquement sa perfection !

Et si le carême dure 40 jours, c'est, selon saint Augustin, que l'on fait servir le temps, dont 4 est aussi le symbole, à l'acquisition de l'éternité. On peut transposer à l'échelle historique : les 400 ans représenteraient toutes ces années de christianisation de la Bretagne, des années de marche vers une rédemption achevée, qui, elle, s'incarnerait dans les dizaines ; et, pour introduire une variante, nous pourrions admettre que le 4 des unités représente la croix, et surtout la "folie de la croix" qui anime Galaad, sans oublier que ce 4 de la croix encadre l'ensemble du nombre, marquant la continuité entre le Christ et le plus parfait de ses "sergents".

Mais où sont donc passées les mathématiques ? C'est pourtant ainsi qu'elles étaient souvent traitées au Moyen Âge, et qu'hélas, elles le sont encore chez bien des critiques médiévistes ! Cessons donc d'errer dans la symbolique, et rapprochons-nous des réalités de la terre...

* * * * *

C. Un "problème ouvert" : calcul de salaire, dans *Le Chevalier au Lion*.

Il est impossible de terminer cette révision de l'arithmétique proposée par les auteurs médiévaux sans mentionner le problème de calcul de salaire que Chrétien de Troyes propose discrètement aux lecteurs curieux, et qui joue sur la multiplication, la division, et la conversion des unités monétaires. Il s'agit, bien sûr, de la jolie séquence où les tisseuses de soie expliquent à Yvain la misère de leur existence d' "exploitées"⁷². Elles ne gagnent, disent-elles "que quatre deniers de la livre" de soie tissée, et ne peuvent espérer un salaire hebdomadaire supérieur à "vingt sous", soit une livre (monétaire). La question s'impose : combien doivent-elles tisser de livres de soie par semaine ?

Et le lecteur curieux découvre ainsi, scolairement que :

- pour gagner un sou, qui vaut douze deniers, il faut tisser

$$12 : 4 = 3 \text{ livres de soie, et que :}$$

- pour gagner 20 sous, il faut en tisser

$$3 \times 20 = 60 \text{ livres de soie...}$$

ce qui fait une belle quantité, et justifie la reconnaissance qu'elles témoigneront à Yvain, leur libérateur.

⁷² Chrétien de Troyes, *Le Chevalier au Lion*, v. 5292-5318. Que cette séquence se situe dans un contexte merveilleux, puisque les exploiters sont des démons, ne me semble pas ôter à ce texte sa portée sociologique ; et cette belle complainte anticipe de plusieurs siècles sur le *chant des Canuts*, l'espoir en moins.

Mais qui s'amuse à de semblables calculs en lisant, et surtout en écoutant un roman ? Et malgré ce beau problème d'arithmétique, il faut bien reconnaître que les auteurs médiévaux manifestent donc, pour la plupart, un grand amour du nombre, dont ils font un usage immodéré, mais qu'ils le manipulent bizarrement. Leurs connaissances, pour autant qu'un texte littéraire puisse vraiment les révéler, semblent limitées, marquées par des lacunes, des flottements et une certaine maladresse, quoique certains d'entre eux dominant parfois des raisonnements arithmétiques plus complexes. Nous avons enfin pu remarquer que, si chers qu'ils leur soient, les nombres n'ont pas toujours, pour eux, une fonction réaliste ; ils les utilisent à des fins littéraires, voire idéologiques plus que pour donner à leur récit une vraisemblance qu'ils ne recherchent aucunement. Ce détournement du nombre vers une fonction qui n'est pas la sienne quoiqu'elle remonte aux origines du pythagorisme, est encore accentué par la valeur symbolique ou esthétique qu'ils leur accordent. Pourtant, le nombre est roi, pour ne pas dire qu'il est parfois presque un second dieu, et l'arithmétique peut s'estimer favorisée, car la situation est plus critique en ce qui concerne la géométrie.

*
* *

Sources bibliographiques.

En plus des ouvrages qui figurent en notes de bas de pages, des grands classiques de l'histoire des mathématiques et des travaux littéraires - rares et souvent peu convaincants dans ce domaine des nombres :

IFRAH, Georges.

- *Histoire universelle des chiffres*. Paris, Seghers, 1981.

I.R.E.M. de Toulouse.

- *Pythagore, quelques aspects de l'arithmétique pythagoricienne*. Toulouse, 1987.

PLANE Henry.

- *Éclairs sur le Moyen Âge*. I.R.E.M. de Dijon, 1988.

ROUX Michèle.

- *L'homme et son nombre*. C.R.D.P. de Besançon, 1988.

WARUSFEL, André.

- *Les nombres et leurs mystères*, Paris, Seuil, coll. "Microcosme, le rayon de la science", 1961. Rééd. coll. "Points-Sciences", n° S21.

*
* *
*