

Les 'ronds dans l'eau' des Anciens Stoïciens

François Baskevitch, docteur en Histoire des sciences, spécialisé en Histoire de l'Acoustique physique

Les 'ronds dans l'eau' des Anciens Stoïciens

Nous faisons à nouveau appel à Diogène Laërce, le bi-bibliographe des philosophes de l'Antiquité, pour accéder à la pensée stoïcienne de la période dite 'hellenistique', à Athènes vers le III^e siècle av. J.-C.. Il écrit sa '*Vie et doctrines des philosophes*' vers le III^e siècle, soit plus de 600 ans après les auteurs dont il parle, mais après les avoir lus, alors que leurs écrits ont presque tous disparu depuis. Le livre de Diogène Laërce est une source abondante concernant la philosophie grecque qui comprenait, outre la métaphysique et la morale, la logique, la science de la nature et la physique.

On entend généralement que la philosophie stoïcienne est, à l'inverse de l'Épicurisme, une morale fondée davantage sur la souffrance que sur la jouissance de la vie. Cette approche est un peu simpliste et le stoïcisme a souvent été caricaturé. On sait moins que ces philosophes développaient une théorie de la nature et une physique originales. Le Stoïcisme s'est répandu à Athènes vers 300 av. J.-C., en opposition sur bien des points à la philosophie d'Aristote, alors à son apogée. L'enseignement se déroulait dans un lieu nommé 'le Portique', et les principaux représentants de cette pensée sont Zénon de Citium, Cléanthe et surtout Chrysippe. Par la suite, la philosophie du Portique s'est répandue dans tout le Monde romain et a connu un certain succès auprès de nombreux auteurs ; elle avait également ses détracteurs par qui on apprend beaucoup. Plus tard encore, le Christianisme naissant a emprunté une grande partie de sa morale au Stoïcisme, mais a refusé sa physique trop matérialiste.

Peu de traces de la physique des Stoïciens nous sont parvenues. On ne dispose pas des textes de l'ancien Stoïcisme, et leur pensée apparaît dans des extraits d'ouvrages, favorables ou non, qui eux, ont été transmis jusqu'à la Renaissance. Parmi ces auteurs, on trouve Cicéron et Sénèque, adeptes du Stoïcisme à l'époque romaine, mais peu intéressés par la Physique et les sciences en général. Plutarque, qui avait accès aux écrits de Chrysippe, en a fait la critique et, à cette occasion, en a cité quelques extraits.

La physique stoïcienne est fondée sur un prédicat matérialiste : la Nature est constituée de corps. Ces corps résultent de l'interaction de deux principes, l'un actif, l'autre passif. Ce dernier est la substance sans qualité, la matière. Le principe actif est nommé, selon les auteurs, 'raison', 'dieu', 'cause', 'feu intelligent', mais on le désigne souvent par 'souffle', ou *pneuma*. Evitant la juxtaposition simple des éléments, le *pneuma* assure leur cohésion, et leur donne une 'forme' qui véhicule les caractéristiques d'un corps quelconque, animé ou non. Une autre notion de la physique stoïcienne repose sur le mélange, partiel ou total, des constituants de la matière. L'homme a une connaissance du monde naturel par les sensations qui sont les 'représentations' dans l'âme des 'impressions' des sens. La notion d'impression est issue d'une célèbre analogie, celle de «la cire qui reçoit l'impression de l'anneau sans en conserver le métal».

Pour terminer cet aperçu de leur physique, les Stoïciens n'acceptent pas l'idée de vide, à l'inverse de leurs adversaires atomistes épicuriens. Les corps constituant la matière sont en mouvement continu. Ce mouvement des corps les uns dans les autres, lorsqu'il n'est pas mélange, procède «à la façon d'un poisson se déplaçant dans l'eau» : le milieu fait place au corps en mouvement par un glissement de la matière autour de lui, processus qu'on appelle 'antipéristase'.

Le son des Stoïciens

La physique stoïcienne de la première époque aborde la propagation et la nature du son. Le sujet est traité incidemment par Diogène Laërce dans la partie consacrée à l'école du Portique, à l'occasion de l'étude des phénomènes naturels. A propos de l'audition, on lit cette phrase :

On entend quand, entre celui qui parle et celui qui écoute, l'air, dans un mouvement sphérique, vient frapper les oreilles par vagues, comme l'eau d'un réservoir est agitée de vagues concentriques quand on y jette une pierre.

Diogène écrit ces lignes en évoquant la physique de Chrysippe. Les Stoïciens sont friands des comparaisons et des analogies pour expliquer leurs notions parfois un



L'histoire des sciences retient des Anciens Stoïciens que la représentation de la propagation du son sous forme de cercles concentriques est semblable à ceux qui se forment à la surface de l'eau lorsqu'on y jette une pierre.

peu obscures. Cette métaphore a bénéficié d'une postérité importante, d'une consécration même, puisqu'elle a fondé tout le vocabulaire de l'acoustique à partir du seul mot 'onde', *unda* en latin, ou, ce qui est encore plus explicite, 'wave' en anglais. En effet, le texte grec utilise un terme (*kumatoumai*) qui exprime nettement le mouvement d'agitation des vagues.

On peut reconstruire cette théorie du son à partir des éléments connus de la physique stoïcienne. Le son a une nature matérielle, c'est une 'forme' prise par l'air qui s'inscrit à un premier niveau dans la 'sensation', et à un second dans l'âme sous la forme d'une 'représentation'. En opposition avec Aristote, les Stoïciens pensent que le son a une existence matérielle propre, distincte du mouvement du choc sonore initial et de la sensation par l'audition. Le son, c'est de l'air qui a été impressionné par une forme, elle-même générée par le *pneuma* émis par la voix ou par le choc sonore. L'air est composé de parties qui se communiquent cette 'forme' de proche en proche par le *pneuma* contenu dans chaque partie d'air sonore. Le son se propage dans toutes les directions à partir du centre sonore, et comme ces parties d'air contiennent le même *pneuma*, ils ont une même énergie et forment des cercles autour du corps sonore. Ces déformations circulaires de l'air ressemblent aux ronds qui se forment à la surface de l'eau quand on y jette une pierre. Le son est donc de l'air modifié par ce *pneuma* initial qui change constamment la proportion des éléments qui composent cet air modifié. Ces éléments assimilent l'information venue du *pneuma* et construisent le timbre du son.

L'air sonore est donc un 'mélange total' entre l'air et le *pneuma* sonore. Tout ceci paraît bien entendu un peu confus, mais c'est de cette façon que les Anciens faisaient de la physique. L'Histoire des sciences ne retient de cette théorie que la représentation de la propagation du son sous forme de ces cercles concentriques qui se forment à la surface de l'eau lorsqu'on y jette une pierre.

Les ronds dans l'eau

Entre les Anciens Stoïciens et Diogène Laërce, on dispose d'une trace écrite fiable datée de quelques décennies avant notre ère et qui nous vient du Monde romain. Il s'agit du *Traité d'architecture* écrit par Vitruve, auteur dont on ne connaît que très peu de choses mais dont l'ouvrage rencontre une certaine célébrité à partir de la Renaissance. Il s'agit d'un manuel complet de construction en dix livres qui étudie notamment l'architecture des bâtiments publics, et parmi eux, au livre V, des théâtres. Dans cette partie, Vitruve s'attarde longuement sur l'acoustique architecturale en faisant intervenir des considérations musicales et harmoniques. Ce livre est, en particulier, la première trace écrite décrivant assez précisément les fameux 'vases acoustiques' utilisés dans les théâtres grecs quelques siècles auparavant. Ce sujet sera abordé ultérieurement dans un article qui lui sera consacré.

L'étude acoustique entreprise par Vitruve commence par une description de la propagation du son qui reprend l'analogie stoïcienne des 'ronds dans l'eau' :

Car la voix est en fait un souffle qui s'écoule et qui, par l'intermédiaire d'une percussion de l'air, tombe sous le sens de l'ouïe. Son mouvement de toutes parts se fait par une infinité de cercles. C'est comme lorsqu'on jette une pierre dans une eau tranquille : une quantité de vagues circulaires croissantes se forment à partir du centre, et s'étendent fort loin, s'ils n'en sont pas gênés par l'étrécissement du lieu ou par un obstacle qui empêcherait les 'figures' de ces vagues de se propager ; s'ils rencontrent quelque chose, les premiers cercles qui sont touchés perturbent les 'figures' de ceux qui suivent.

Ainsi la voix effectue son mouvement par des cercles. Cependant, dans l'eau, les cercles s'étendent en largeur sur la surface de l'eau, alors que la voix se propage non seulement en largeur mais monte progressivement en hauteur. C'est pourquoi, comme pour les 'figures' des vagues sur l'eau, dans le cas de la voix, si aucun obstacle n'intercepte la première vague, alors la seconde et celles qui suivent ne sont pas perturbées, et toutes parviennent sans confusion aux oreilles de ceux qui sont en haut, aussi bien que de ceux qui sont en bas. (Traduction du latin par F. Baskevitch)

Parmi les nombreuses traductions françaises du *Traité d'architecture*, très peu tiennent compte du vocabulaire et des notions de la physique stoïcienne. Définir la voix comme un souffle est directement issu du *pneuma*; et ce qui est désigné ici par 'figure' est la traduction de *designatio* qui correspond justement à la 'forme' ou 'figure' des Stoïciens.

Pour Vitruve, le son se propage circulairement, et les vagues sont porteuses d'une 'information' qui correspond au timbre du son. C'est la première fois que cette notion est évoquée dans l'histoire des théories de la propagation du son, et Vitruve insiste sur la fragilité de cette 'figure' qui peut être perturbée par des obstacles. La remarque sur la diffusion en hauteur est très pertinente, car elle évoque la propagation sphérique. En revanche Vitruve n'observe pas la principale propriété de ce modèle qui est que deux séries de cercles ne se perturbent pas dans leur propagation lors de leur rencontre, propriété qui demeurera sans explication pendant très longtemps.

Cette métaphore des 'ronds dans l'eau' est reprise vers le VI^e siècle par Boèce qui est un savant considéré comme un passeur entre la science de l'Antiquité et celle du Moyen Âge. De nombreux auteurs, jusqu'à la Renaissance, s'inspirent de Boèce, tant pour la logique que pour l'arithmétique ou encore pour la musique. Voici ce que Boèce écrit, vers 500, dans son *Traité de la musique* :

On considère d'ordinaire qu'il advient aux sons ce qui se produit lorsqu'on lance, de haut, une pierre dans un étang ou dans des eaux dormantes. D'abord elle provoque une onde dans un cercle très petit, puis elle propage les orbes de ces ondes en cercles de plus en plus grands jusqu'au moment où le mouvement s'apaise, épuisé par la diffusion des flots. Et ainsi, de proche en proche, l'onde se répand sous l'effet d'une poussée toujours plus faible. Dès qu'un obstacle vient entraver l'accroissement des ondes, aussitôt le mouvement s'inverse et c'est comme s'il revenait au centre d'où il était parti, empruntant les mêmes ondelettes.

Ainsi, dès lors que l'air frappé aura produit un son, il en ébranle un autre tout proche et provoque ainsi une sorte de flux d'air circulaire. C'est pourquoi il se répand et frappe en même temps l'ouïe de tous ceux qui l'entourent. Et le son est moins net pour celui qui se tient plus loin puisque l'onde d'air percuté qui lui parvient est plus faible.

La métaphore des 'ronds dans l'eau' est également évoquée par Averroès, savant arabe de l'Andalousie du XI^e siècle qui a contribué à la transmission des textes d'Aristote en Occident. Influencé par Boèce, Thomas d'Aquin, au XIII^e siècle, popularise cette modélisation dans son *Commentaire au Traité de l'âme d'Aristote*, sorte de manuel de référence pour l'étude de l'intellect et de la perception, dans le monde universitaire de l'Occident chrétien jusqu'au XVII^e siècle.

Les Stoïciens nous ont laissé peu de textes concernant leur physique, mais on leur doit cette célèbre image des 'ronds dans l'eau'. Il s'agit, jusqu'au XIX^e siècle, de la seule représentation du phénomène de propagation des sons, phénomène qui échappe pendant longtemps à l'observation visuelle. Malgré les inexactitudes de cette représentation qui seront relevées vers 1670, elle demeure, encore de nos jours, la plus appréciée des pédagogues, en raison de sa simplicité. Il convient cependant d'en évaluer les limites dès qu'on aborde les propriétés caractéristiques des sons telles que l'intensité et la fréquence.

Conseils de lecture

D. Laërce, *Vies, doctrines et sentences des philosophes illustres*, livre VII, nombreuses éditions, exemple : «Vie et doctrines des philosophes illustres», Le Livre de Poche, La Pochothèque, 1999.

Plutarque, *Des contradictions des Stoïciens, et Des notions communes contre les Stoïciens*, in «Les Stoïciens», Gallimard, La Pléiade, 1962.

Vitruve, *Dix livres d'architecture*, livre V, Paris, 1673, trad. Claude Perrault, nombreuses traductions et éditions, notamment une récente édition, Les Belles Lettres, Paris, 2009.

Boèce, *Traité de la musique*, traduction Christian Meyer, Brepols, Tunhout, 2004.

R. Muller, *Les stoïciens : la liberté et l'ordre du monde*, Paris, Vrin, 2006, chapitre II, «La physique», pp. 61-126.

A.A. Long et D.N. Sedley, *Les philosophes hellénistiques*, GF-Flammarion, tome II, «Les Stoïciens», 2001.

P. Lienard, *Petite histoire de l'acoustique*, Soc. Franç. d'Acoustique, Hermès, Paris, 2001.

F. Baskevitch, *Les représentations de la propagation du son, d'Aristote à l'Encyclopédie*, Thèse de doctorat soutenue à Nantes le 20 octobre 2008. Disponible sur le site 'Thèses en ligne', <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00423362/>.

Électronicien et acousticien, François Baskevitch a effectué une longue carrière dans le domaine de l'électro-acoustique. Il est ingénieur en télécommunications et traitement du signal audio, et docteur en histoire des sciences, spécialisé en histoire de l'acoustique physique. Il est membre de la Société Française d'Acoustique (SFA) et de la Société Française d'Histoire des Sciences et des Techniques (SFHST).

Contact : fbaskevitch@free.fr