



Les conceptions de la respiration dans l'Antiquité

Pourquoi l'air est-il indispensable à la vie ? Quel est le trajet de l'air dans le corps et sa véritable fonction ? L'observation du lien entre la respiration et la vie a suscité dès l'Antiquité de multiples interrogations. L'exploration physiologique proprement dite, qui commence grâce aux outils conceptuels d'Aristote, va recevoir un développement remarquable avec l'usage systématique des dissections et expérimentations animales et humaines. Diverses théories sont élaborées,

qui divergent sur plusieurs points. Elles montrent en particulier l'oscillation entre deux modèles : la respiration cardio-pulmonaire et la respiration pansomatique. La première est liée à connaissance progressive du système cardiovasculaire, la seconde rejoint une représentation commune selon laquelle tout le corps doit être parcouru par l'air pour rester vivant et sain. Les deux conceptions vont demeurer au-delà de l'Antiquité et rejoindre en partie les recherches actuelles.

La respiration est aujourd'hui considérée comme un phénomène intracellulaire, de nature moléculaire. Cette conception a supplanté celle qui faisait du tissu pulmonaire le site et l'instrument principal de la fonction respiratoire. Cette dernière était une conséquence de la découverte de l'oxygène par Lavoisier et de sa conception de la respiration comme combustion lente. Lui-même résolvait un problème laissé sans réponse par tous ceux qui s'étaient occupés de la respiration : pourquoi l'air est-il indispensable au maintien de la vie ? Or cette étape fondamentale dans l'histoire de la physiologie respiratoire ne doit pas faire oublier que l'idée d'un processus intéressant l'ensemble du corps est ancienne, qu'elle est même la plus ancienne de toutes les représentations qui ont concerné la respiration dans la pensée occidentale. Un aperçu des conceptions concernant la respiration peut éclairer ce constat.

Dès l'Antiquité gréco-romaine, l'image de la respiration a été confrontée à deux modèles, celui d'une respiration

générale de tout le corps ou respiration « pansomatique », et un modèle centré sur les organes impliqués dans l'accueil et la transmission de l'air - ou, comme on disait alors, du souffle (*pneuma*). Aucune conception ne l'a emporté d'une manière décisive sur l'autre, mais l'une et l'autre ont été tour à tour explorées, à la recherche de ce qui justifiait l'absolue nécessité de l'air pour la vie. C'est la première leçon de l'histoire de la respiration. La seconde leçon est de voir que l'analyse de cette fonction a toujours été en relation avec les autres domaines physiologiques : elle a été mise en corrélation avec la motricité, la reproduction, le système cardiovasculaire, les fonctions psychiques comme la parole ou la mémoire, etc. La respiration a également joué un rôle fondamental dans l'élaboration du concept de santé.

Nouveaux concepts physiologiques

La science physiologique semble vraiment commencer quand Aristote (IV^e siècle avant J.-C.), philosophe et

savant naturaliste, substitue la question du « pourquoi » des fonctions à celle du « comment », la seule traitée, dit-il, par ses prédécesseurs. Cette manière critique de formuler sa pensée nous a permis, grâce à Aristote, de conserver de nombreux témoignages sur les penseurs plus anciens, dont les œuvres se sont en grande partie perdues. Pour la respiration, il a ainsi sauvé un inestimable fragment du célèbre philosophe et savant Empédocle (début du V^e siècle avant J.-C.) qui donne du mouvement alterné d'entrée et de sortie de l'air du corps une vision grandiose et instrumentale [1]. Grandiose parce qu'il s'agit encore autant de la « respiration du monde » que de celle du corps, les deux ordres étant analogues l'un de l'autre ; instrumentale parce qu'il offre un objet comme un appui à l'imagination pour penser ce phénomène : un vase au fond et à l'anse percés, appelé clepsydre (comme plus tard l'horloge à eau) que les femmes plongeaient pour le remplir dans les fontaines en obturant ou libérant tour à tour l'orifice de l'anse

[2]. Air et eau qui entrent et sortent offrent une image de ce que peut être le mouvement alterné de l'air dans le corps. Le phénomène se produisant sur toute la surface des corps par des pores. Empédocle donnait ainsi une première formulation à la notion de respiration « pansomatique », qui devait constituer un puissant modèle physiologique de la respiration et se perpétuer grâce au *Timée* de Platon, œuvre à l'influence incalculable sur la pensée médico-philosophique en Occident [3]. Dans un autre fragment, Empédocle délimite la « première respiration » de l'embryon.

Une autre théorie critiquée par Aristote est celle du fondateur de l'atomisme ancien, Démocrite (milieu du V^e siècle avant J.-C.). Auteur de multiples écrits sur les questions biologiques et médicales, il expliquait que l'inspiration régulière compensait la fuite hors du corps des atomes les plus fins, et empêchait par là l'animal de mourir [4]. La théorie atomiste de la matière a eu d'importants prolongements en physiologie dans les siècles suivants, car elle autorisait une conception physique et mécaniste du rôle de l'air dans le corps. Mais l'absence, dans cette théorie, de tout finalisme ne pouvait satisfaire Aristote. Bien d'autres parmi ceux qu'on appelait les philosophes de la nature (*physiologoi*), ou parmi les médecins les plus avancés de l'ère hippocratique, apportaient leur part de réflexion sur le mouvement de l'air, élément constitutif de l'Univers et de la matière vivante. Sans lourdeur ni inertie mais au contraire mobile comme le vent, il paraissait chargé de beaucoup de vertus. Sa finesse et sa mobilité en faisaient pour beaucoup un facteur privilégié d'activation physique et psychique du corps. L'accent était alors mis sur sa libre circulation interne. Tout ce qui pouvait y faire obstacle pour la retarder était mauvais pour la santé du corps et de l'esprit. Beaucoup de maladies venaient de son blocage. L'épilepsie, en particulier, avec ses crises spectaculaires, trouvait une explication enfin rationnelle dans un obstacle rencontré par l'air dans son parcours [5]. Dans ces représentations physio-pathologiques, la médecine grecque ne faisait qu'in-

tégrer une idée presque indéracinable dans notre culture, celle que pour rester vivant et sain un corps doit « respirer », comme on le dit aussi du bois, d'un tissu ou de la terre.

Par rapport à cette vision pansomatique de la respiration, Aristote devait instaurer une méthode de penser bien différente. Appuyé sur une pensée d'une grande rigueur, aussi bien que sur une multitude de dissections effectuées sur les animaux, son programme consiste, dans le domaine biologique, à découvrir des faits par l'anatomie comparée, et à les interpréter à l'aide de deux puissants outils d'analyse, la notion d'instrument (*organon*) et celle de finalité. Dans cette perspective, des organes comme les poumons, les branchies ou les pores de la peau chez les batraciens sont équivalents, puisqu'ils contribuent selon les espèces à la même fonction. De même, l'absence d'organe s'explique par l'absence de fonction: les animaux à sang froid, remarque-t-il, n'ont pas besoin de poumon.

Le noyau de cette théorie, destinée à une longue histoire, résidait dans la

fonction de « régulation thermique » de la respiration. Selon cette théorie, la chaleur animale devant être entretenue, l'air nouveau qui pénètre dans le corps a pour fonction de le rafraîchir et par là de maintenir la chaleur de la conception à la mort. En effet, la flamme doit être ventilée par l'air frais. En l'absence d'autre élément d'analyse, comme la composition chimique de l'air, il n'était pas vraiment utile d'expliquer plus avant ce phénomène, et l'analogie avec le maintien de la flamme tenait lieu d'explication. Forte dans sa simplicité, cette théorie thermique se poursuivra très longtemps dans l'histoire des idées [6]. Ce faisant, Aristote abandonnait toutefois beaucoup d'éléments qui devaient rester en attente d'une nouvelle théorie plus complète: il n'expliquait ni l'exhalaison de l'air par la peau, appelée un peu plus tard la « perspiration insensible » – ni le trajet de l'air dans le corps, ni le mouvement thoracique rattaché, d'une manière assez lâche, à la théorie thermique. Or sur tous ces points, les médecins des générations suivantes vont apporter de grandes transformations.

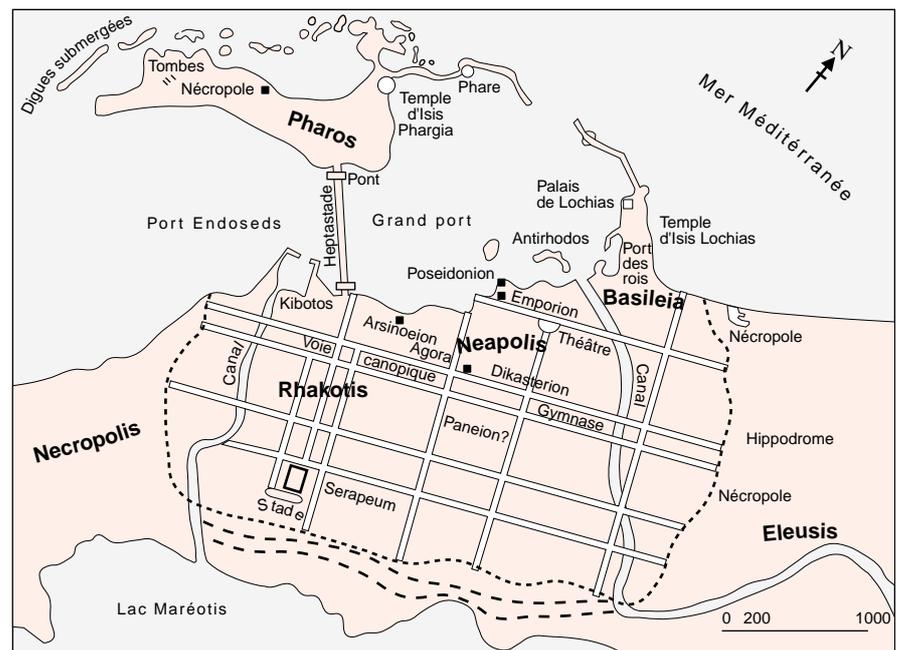


Figure 1. **Alexandrie au III^e siècle avant J.-C.** Fondée par Alexandre, la ville d'Alexandrie fut, au III^e siècle avant J.-C., le théâtre de grandes découvertes anatomiques et physiologiques.

Découvertes alexandrines

Dans le milieu intellectuel de la nouvelle et brillante métropole d'Alexandrie (III^e siècle avant J.-C.) (*figure 1*), les progrès sont venus de la rencontre entre champs scientifiques différents [7]. Les recherches sur la nature de l'air sont en particulier renouvelées par le développement des théories corpusculaires. L'un des successeurs d'Aristote, le physicien Straton, établit que l'air était formé de corpuscules séparés par des vides interstitiels, et qu'il était par là susceptible de dilatation et de compression. Ce fut le début des expériences des mécaniciens grecs, qui construisirent des appareils hydrauliques ou pneumatiques, rarement à des fins utilitaires, comme la pompe à eau ou l'orgue hydraulique, plus souvent pour le plaisir d'étonner, comme les machines miniatures (fontaine à vin, oiseau chanteur, etc.) destinées à la cour des rois Lagides à Alexandrie. Ces recherches physiques mettent à jour un autre phénomène destiné à jouer un rôle capital chez les médecins, l'impossibilité pour un vide de se créer naturellement en raison du « remplacement de la matière qui se vide », première forme de ce qui deviendra plus tard la loi de l'attraction du vide [8].

Même si l'on ne sait rien des influences concrètes qui se sont exercées alors, il est certain que les médecins ont tiré un grand parti de ces recherches. Le médecin Erasistrate, par exemple, fait entrer la loi de l'attraction du vide dans l'explication de nombreux phénomènes physiologiques, en matière digestive, vasculaire, urinaire, etc. Elle lui permet aussi d'expliquer la ventilation pulmonaire comme une suite mécanique de l'expansion du thorax. L'entrée de l'air dans le corps trouve ainsi une explication mécaniste satisfaisante. Mais il restait à expliquer comment se produit cette dilatation. Elle se fait, selon Erasistrate, par les muscles du thorax, ce qui revient à dire qu'elle est un mouvement volontaire: le muscle est, en effet, l'organe du mouvement volontaire, aucun mouvement involontaire n'étant effectué par un véritable muscle (*voir*

[9], p. 53-6). C'était là un résultat de l'exceptionnelle avancée des médecins alexandrins dans l'exploration anatomique, en particulier dans le domaine neuromusculaire: la découverte des structures cérébrales, l'analyse des paires de nerfs crâniens et spinaux, l'étude de leur action sur la contraction des muscles figurent au palmarès de leurs investigations. Il en résulte que le thème de la fonction thermique de la respiration cède la place à un type d'explication plus mécanique. Mais comme, en l'absence de démonstrations scientifiques proprement dites, les interprétations se succèdent sans se remplacer complètement, la thèse de la chaleur demeure non « falsifiée ».

Les Alexandrins découvrent le pouls. Pour étonnant que cela paraisse à nos yeux, les Grecs n'ont pas reconnu pendant des siècles, à l'inverse des Chinois, que ce battement régulier était normal. Il a fallu attendre qu'ils apprennent par leurs dissections à distinguer veines et artères par leurs parois et leur contenu. C'est seulement lorsqu'ils ont attribué une fonction aux multiples éléments anatomiques découverts dans leurs investigations passionnées, qu'ils ont tenté d'expliquer la cause et la fonction du pouls. Il n'était pas facile, en effet, de comprendre le mécanisme subtil des valvules cardiaques, la suction et le sens de leurs mouvements que la découverte de la circulation du sang nous a rendus, à nous, si évidents. Ces savants tentaient d'expliquer à la fois la structure des vaisseaux, leur contenu spécifique et leurs connexions. Ils imaginaient déjà sans les voir leurs anastomoses, cherchaient la cause motrice de la pulsion rythmique des substances – sang et air. Certains pensaient alors, comme la dissection *post-mortem* semblait en témoigner, que les artères se vidaient parce qu'elles ne véhiculaient pratiquement que de l'air – conception qui sera curieusement très difficile à contester.

On ne sait pas tout, loin de là, de leurs recherches et de leurs idées, car seuls de minimes fragments de leurs écrits demeurent, injustice du temps qui explique beaucoup de nos erreurs de perspective. Néanmoins, il

est resté un morceau digne de mémoire. Il s'agit de l'expérimentation menée par Erasistrate sur la perte de substance entraînée par la perspiration insensible: expérience moderne de pesage d'un oiseau pour montrer sa déperdition de poids, que ne compense pas celui de ses excréments [10]. Il faudrait aussi citer bien d'autres recherches: sur l'hibernation des animaux et la raison du ralentissement de leur respiration, sur certains pathologies et les étonnantes descriptions de morts apparentes (treize jours pour la « femme qui ne respirait pas »), version médicale des morts ensevelis vivants, qui continuent à susciter tant de peur (*voir* [9], p. 206-9).

En fait, dans ces temps d'appui royal pour une science en possession de moyens intellectuels et matériels exceptionnels, tout était bon à chercher. A la minutie étonnante des recherches anatomiques – sur l'œil, le foie, les organes reproductifs, l'embryon, etc. – répond l'ambition de trouver une explication de toutes les grandes fonctions par un système général. Ce n'est pas par hasard qu'Erasistrate se consacre à un « Traité général de physiologie » (*katholou logoi*). Lors de la période suivante, les investigations des anatomistes subirent un fort ralentissement. Aucune protection spéciale n'était accordée aux savants. Aucune autorité royale ou politique ne levait désormais les interdits anciens touchant au caractère sacré et tabou des cadavres. La cruauté des vivisections avait plus de poids que l'intérêt de la science, d'autant plus que la médecine semblait en tirer peu de profit. Interdiction fut faite d'explorer le corps humain vivant ou mort. Pourtant, à l'époque romaine (à partir du I^{er} siècle avant J.-C.) l'anatomie demeure très appréciée, comme on le voit dans le programme de concours organisés par les cités lorsqu'il s'agissait de recruter un médecin public. Parmi les épreuves théoriques et techniques figuraient une leçon d'anatomie avec dissection, une épreuve de chirurgie avec manipulation d'instruments plus ou moins sophistiqués, des préparations pharmacologiques, et une lecture commentée de traités de prédécesseurs.

La grande période de l'expérimentation

L'univers intellectuel a aussi changé : plus ouvert parce que l'empire s'est étendu géographiquement et culturellement, et plus conflictuel, marqué par des controverses où les écoles philosophiques ont encore la part belle. Le grand maître de cette époque, le médecin grec Galien (II^e siècle après J.-C.), qui s'inscrit dans la continuité de l'héritage scientifique alexandrin, aura à batailler contre de nouveaux adversaires – des médecins qui défendent des thèses désormais intenable à ses yeux, comme la présence exclusive d'air dans les artères, ou des philosophes qui, ignorant tout du corps, prétendent expliquer la nature et les activités physiologiques de l'« âme », comme le mouvement et la sensation. Ce sont pourtant toutes ces controverses qui portent la physiologie au point le plus haut qu'elle ait atteint pendant des siècles.

La question de la respiration se renouvelle dans ce cadre. Pour la ventilation thoracique, Galien, très vif partisan de l'anatomie, reprend la thèse neuro-musculaire et la théorie qui explique par l'attraction du vide l'entrée de l'air dans le thorax après l'expiration. Il estime lui aussi qu'il s'agit d'un mouvement volontaire et répond, avec sa redoutable verve polémique, aux objections. Comment peut-on respirer en dormant ? Comme on peut, répond Galien, marcher en dormant. On oublie simplement que l'on respire, comme on peut oublier toute autre action volontaire que l'on accomplit néanmoins [11]. Cette réponse ne devait pas satisfaire tous ses contemporains et la question resta controversée jusqu'à la découverte de l'action réflexe. Le mécanisme neuro-musculaire du mouvement thoracique occupe tout particulièrement Galien, qui s'adonne lors de son séjour à Rome à de célèbres démonstrations anatomiques. Sous les yeux d'un public de connaisseurs et de citoyens cultivés, il pratique une série de vivisections méthodiques sur des animaux, paralysant sélectivement par ligatures ou sections des nerfs concernés les muscles impli-

qués dans la respiration (*voir* [9], p.67-85)*. Mais l'enjeu de la démonstration se déplace : ce qui intéresse alors notre anatomiste, ce n'est plus de défendre la thèse mécaniste d'un Erasistrate, qu'il adopte, mais de montrer que la respiration, plus exactement l'expiration forcée, est la condition de la voix et donc du langage. Par là, il veut démontrer scientifiquement que tous ceux qui, comme les Stoïciens, privilégiaient le cœur comme source de la raison étaient dans l'erreur. Il découvre avec stupeur que l'évidence d'une démonstration ne peut rien contre une théorie et contre la logique. Longtemps les partisans du cerveau comme partie dominante de l'âme resteront en état d'infériorité par rapport à ceux du cœur.

Il s'attaque aussi à ceux qui n'ont pas compris la structure et la disposition inversée des veines et artères pulmonaires. C'est une belle construction que Galien propose, dotée d'un équilibre si fort que les découvertes de Harvey arriveront difficilement à l'ébranler. Selon cette explication, l'air arrivant par la trachée et les bronches passe dans les vaisseaux pulmonaires, surtout dans les veines pulmonaires aux parois fines qui le transportent mêlé au sang jusqu'au ventricule gauche, et de là, dans l'ensemble du système artériel. Les vaisseaux pulmonaires favorisent aussi un échange équilibré au niveau des poumons, qu'ils irriguent, entre le sang épais des veines et le sang léger des artères, destinés chacun à alimenter leurs organes propres [12]. Soit dit en passant, le septum interventriculaire ne joue, à ses yeux, qu'un rôle possible dans le passage du sang d'un ventricule à l'autre, rôle dont Galien n'affirme jamais la réalité puisqu'il reconnaît lui-même n'avoir jamais vu les trous dont cette paroi paraissait percée. Le galénisme médiéval, fabriqué par l'enseignement des écoles, fera malheureusement croire le contraire.

Dans cet ensemble marqué par une forte finalité, l'air respiré est multi-

fonctionnel. Le sang, auquel il est mêlé, le véhicule par les vaisseaux – un peu plus dans les artères, moins dans les veines, jusqu'à leurs extrémités et par les fins pores de leurs parois. Elle garantit l'équilibre de la chaleur innée, en pénétrant dans le corps par les vaisseaux et leurs ramifications, jusqu'au dernier de ses tissus. L'autre enjeu de la respiration est le remplacement de la substance rejetée dans l'expiration. Produit des transformations internes, cet air expiré contient – à défaut d'une analyse chimique qui ne viendra que plus de quinze siècles après – de la buée et des résidus (« résidus fuligineux ») de ce qui a été brûlé et consommé, produits de la combustion. Le plus intéressant pour nous est la part prise par l'air à l'activation des fonctions psychiques. L'« oxygénation » du cerveau – pour céder à l'anachronisme – ou la libération de l'air contenu principalement dans le sang des artères carotides permet d'apporter à cet organe ce qui est nécessaire pour les principales fonctions psychiques, sensation et mouvement. La pensée et l'imagination ont aussi pour siège matériel, ou mieux, pour condition, le cerveau. Ici la pensée de la substance l'emporte, mais avec des interrogations qui nous étonnent par leur hardiesse. Si Galien pense que l'air psychique sert d'abord à emplir les ventricules cérébraux, c'est parce que lui-même a procédé à des expériences de compression de ces ventricules, et en a observé les effets : selon le lieu de la compression, le dommage porte sur la vue, sur l'équilibre, ou sur la conscience de l'animal [13].

Pas plus que ses contemporains, et bien qu'il ait assisté à de graves blessures et procédé à des trépanations, il ne songe à attribuer une fonction majeure à la matière cérébrale. Seul l'air psychique est un acteur. Il est pour Galien le moyen des actions psychiques, le « siège » de l'âme. A partir de là, comment expliquer le rapport entre les nerfs et ces ventricules ? Les trois hypothèses qu'il formule sont fascinantes, moins par leur nature que parce qu'elles sont offertes au choix : ou bien l'air passe par un canal au centre du nerf (mais aucun nerf n'est percé sauf le nerf

* Ces grandes démonstrations sont racontées dans le traité sur les Procédures de dissection (Anatomicae administrationes) (*voir* [9], p. 67-85).

optique) ; ou bien – hypothèse mécanique que nous retrouverons au XVII^e siècle –, les nerfs sont ébranlés par de fines secousses dont le cerveau est la source, et l'excitation nerveuse passe par cette impulsion ; ou bien, c'est l'hypothèse préférée, l'influx est semblable à celui qui passe du poisson appelé torpille dans le harpon du pêcheur – influx que nous savons électrique. Les mots pour le désigner sont « la transmission d'une altération qualitative », mais il s'agit bien d'électricité.

Galien ajoute à la respiration générale une respiration spécifique du cerveau : il la voit à travers les gonflements de l'encéphale sous la calotte crânienne, comme on la verra encore au XVIII^e siècle [14]**. Ce complément respiratoire, fourni en partie par un passage direct du nez au cerveau, montre que c'est encore à l'air – au *pneuma* – que revient le rôle de fournir au cerveau son « aliment », sa condition de survie et d'action.

Enfin la respiration de tout le corps revient dans le tableau général de la fonction respiratoire. Laisser échapper par les pores de la peau ce qui a été utilisé dans les transformations internes – résidus du processus de l'alimentation, de l'élaboration du sang, etc. – « éliminer », comme on dit aujourd'hui, ou se « désintoxiquer », et en échange absorber en très infime quantité l'air du dehors, permet d'assurer un échange avec le milieu externe nécessaire à la vie. Toutes les expériences où l'on bouche les pores avec un produit hermétique renforcent l'idée des conséquences pathologiques d'une telle entrave. Une idée fondamentale de l'hygiène a désormais un soubassement physiologique.

On pourrait continuer longtemps à parler de la respiration chez ces auteurs antiques, comme on le ferait pour bien d'autres questions touchant à la connaissance des fonctions du vivant. Ce que l'on y trouve est à l'opposé de l'image que nous en avons. En premier lieu la complexité là où nous imaginions trouver des idées simples et même élémentaires. Comme dans l'évolution des langues, l'histoire a plutôt simplifié ce qui était auparavant multiple et compliqué. Pour la physiologie de la respiration, le multifonctionnalisme, les systèmes locaux, l'absence d'une théorie unitaire et acceptée par tous, les explications inspirées par d'autres débats et jamais définitivement acquises, donnent une image inattendue de la vivacité toujours renouvelée de ce champ d'exploration. Surtout on découvre que loin de toute certitude, ces savants cherchent des faits, observent, ne se lassent pas de multiplier les expériences, et, en définitive, savent à travers leur infatigable travail d'hypothèse et de recherche, qu'ils n'ont pas la clef des phénomènes vitaux [15]***. La tradition scolaire nous a fait croire le contraire, en supprimant des textes toutes les remarques de doute épistémologique. C'est pourtant, dans cette histoire, ce qui nous intéresse aujourd'hui le plus et nous paraît le plus instructif ■

Armelle Debru

Université René-Descartes-Paris V, 24, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75014 Paris, France et 10, avenue de Villars, 75007 Paris, France.

TIRÉS À PART

A. Debru.

m/s n° 2, vol. 16, février 2000

RÉFÉRENCES

1. Aristote. *Sur la respiration* In : *Petits traités d'histoire naturelle*. Paris : Belles Lettres (CUF), 1965 ; 7 : 473 a 9-a 6.
2. Bollack J. *Empédocle*. Paris : Gallimard, 1992 ; II : 205-7.
3. Platon. *Timée*. Paris : Belles Lettres (CUF), 1963 : 79a5-e9.
4. Aristote. *Sur la respiration*. In : *Petits traités d'histoire naturelle*. Paris : Belles Lettres (CUF), 1965 ; 471 b 30-72 b 5.
5. Hippocrate. *La maladie sacrée*, tome VI. Traduction : E. Littre. In : *Œuvres complètes d'Hippocrate*. Paris, 1849. Réédition. Hippocrate. *L'art médical*. Paris : Livre de poche, 1994.
6. Menselsohn E. *Heat and life. The development of the theory of animal heat*. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1964.
7. Von Staden H. *Herophilus. The art of medicine in early Alexandria*. Cambridge : Cambridge University Press, 1989.
8. Harris CRS. *The heart and the vascular system in ancient Greek medicine from Almaeon to Galen*. Oxford : Oxford Clarendon Press, 1973 : 200-6.
9. Debru A. *Le corps respirant. La pensée physiologique chez Galien*. Leiden-New York-Köln : Brill, 1996.
10. Grmek MD. *Le chaudron de Médée. L'expérimentation sur le vivant dans l'Antiquité*. Collection Les Empêcheurs de penser en rond. Paris : Institut Synthélabo, 1997 : 76-8.
11. Galien. *Du mouvement des muscles*. Traduction : C. Daremberg. In : *Œuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien*, tome II. Paris : Baillière, 1856 ; II- 6 : 264-7.
12. Galien. *De l'utilité des parties du corps*, VI, chapitres 10 à 13. *Œuvres médicales choisies*, 2 vol. Traduction : C. Daremberg. Choix, présentation et notes par A. Pichot. Paris : Gallimard, 1994 ; vol. I : 113-32.
13. Debru A. *L'expérimentation chez Galien*. In : Haase W, Temporini H, eds. *Aufstieg und Niedergang der römischen Welt* II, 37,2, Berlin-New York : Walter De Gruyter, 1994 : 1731-4.
14. Juvet M. *Le château des songes*. Paris : Odile Jacob, 1992.
15. Galien. *On respiration and the arteries*. In : Furlley DJ, Wilkie JS, eds. An edition with English translation and commentary of *De usu respirationis, An in arteriis natura sanguis contineatur, De usu pulsuum and De causis respirationis*. Princeton NJ : Princeton University Press, 1984.

** Ce phénomène est décrit par M. Juvet d'après des documents d'époque dans [14].

*** « Si nous pouvions découvrir ce qui affecte les flammes (privées d'air) et les fait s'éteindre, nous découvririons rapidement ce que la chaleur animale tire pour sa survie dans la respiration » (dans Galien [15], *De usu respirationis* 3, 5).