



COLLECTION « CRITIQUE »

MICHEL SERRES

LA NAISSANCE
DE LA PHYSIQUE

DANS LE TEXTE DE LUCRÈCE

FLEUVES ET TURBULENCES



LES ÉDITIONS DE MINUIT

LA NAISSANCE DE LA PHYSIQUE
DANS LE TEXTE DE LUCRÈCE

FLEUVES ET TURBULENCES

DU MÊME AUTEUR



- Hermès I. La communication, 1969.
Hermès II. L'interférence, 1972.
Hermès III. La traduction, 1974.
Hermès IV. La distribution, 1977.
Hermès V. Le passage du Nord-Ouest, 1980.
Jouences. Sur Jules Verne, 1974.
La Naissance de la physique dans le texte de Lucrèce, 1977.

Chez d'autres éditeurs

- Le Système de Leibniz et ses modèles mathématiques. Étoiles, schémas, points, *Presses universitaires de France*, 1968.
Feux et signaux de brume. Zola, *Grasset*, 1976.
Esthétiques sur Carpaccio, *Hermann*, 1978.
Le Parasite, *Grasset*, 1980 ; *Hachette Littératures*, « *Pluriel* », 1997.
Genèse, *Grasset*, 1982.
Rome. Le livre des fondations, *Grasset*, 1983 ; *Hachette Littératures*, « *Pluriel* » n° 873, 1999.
Détachement, *Flammarion*, 1983 ; éd. revue, 1986.
Les Cinq sens, *Grasset*, 1985 ; *Hachette Littératures*, « *Pluriel* », 2003.
Statues. Le second livre des fondations, *F. Bourrin-Julliard*, 1987 ; *Flammarion*, « *Champs* » n° 195, 1989.
Éléments d'histoire des sciences, dir. Michel Serres, *Bordas*, 1989 ; nouvelle éd., 1997.
Discours de réception à l'Académie française, *F. Bourrin-Julliard*, 1991.
Le Tiers instruit, *F. Bourrin-Julliard*, 1991 ; *Gallimard*, « *Folio essais* » n° 199, 1992.
Le Contrat naturel, *F. Bourrin-Julliard*, 1990 ; *Flammarion*, « *Champs* » n° 241, 1992.
La Légende des anges, *Flammarion*, 1993 et « *Champs* » n° 445, 1999.
Les Origines de la géométrie. Tiers livre des fondations, *Flammarion*, 1993 et « *Champs* » n° 331, 1995.
Éclaircissements. Cinq entretiens avec Bruno Latour, *F. Bourrin-Julliard*, 1991 ; *Flammarion*, « *Champs* » n° 271, 1994.
Les Messages à distance, *Fides*, 1995.

suite page 240

COLLECTION « CRITIQUE »

MICHEL SERRES

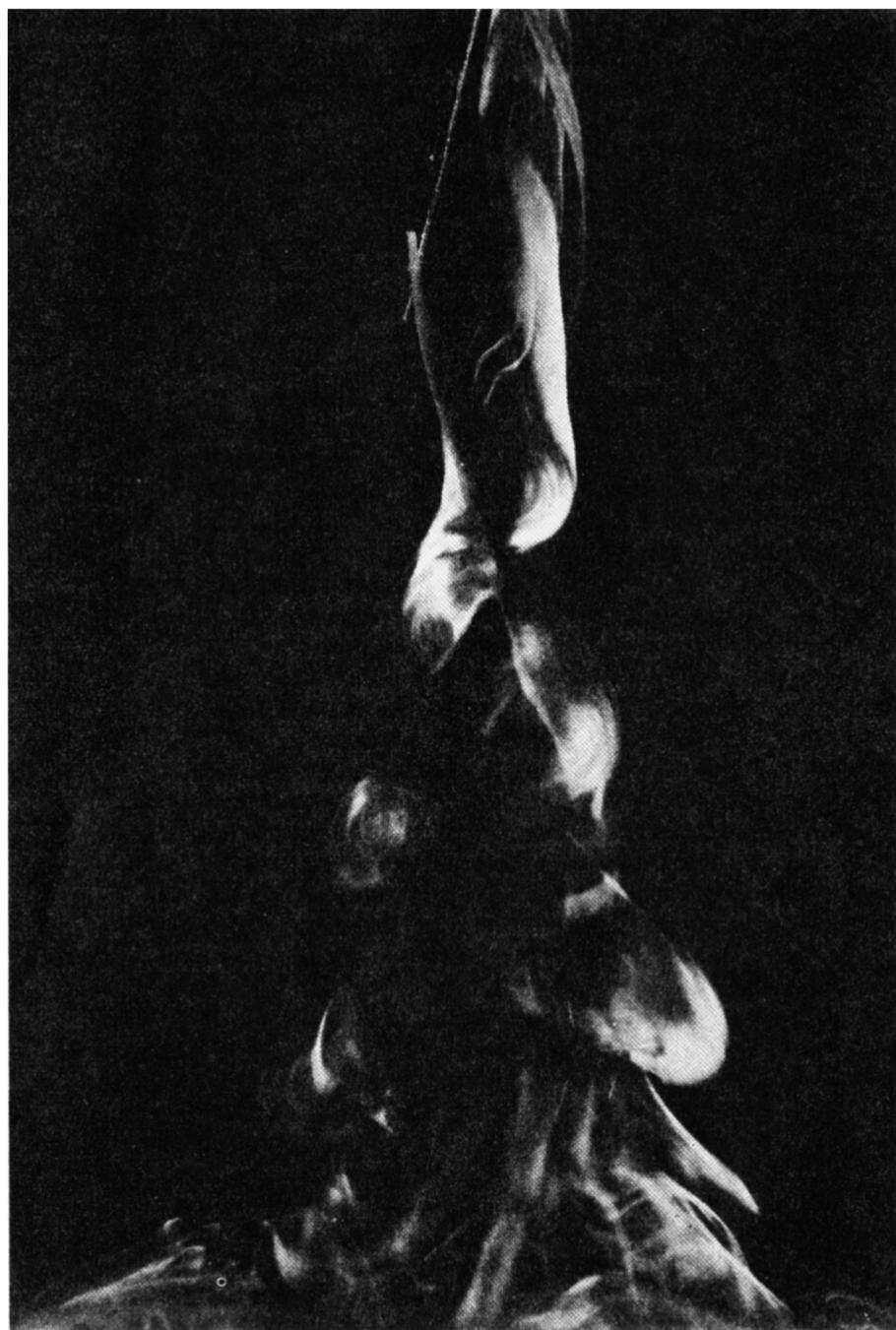
LA NAISSANCE
DE LA PHYSIQUE
DANS LE TEXTE DE LUCRÈCE

FLEUVES ET TURBULENCES



LES ÉDITIONS DE MINUIT

Pour Jacques



Protocole

PREMIER MODÈLE : DE LA DÉCLINAISON EN MILIEU FLUIDE.

Tout le monde sait, tout le monde cède à cette évidence que la physique atomique est une doctrine ancienne, mais une découverte contemporaine. Dans le deuxième cas il s'agit d'une science, celle de Perrin, Bohr ou Heisenberg, dans le premier il ne s'agit que de « philosophie », voire de poésie. Comme l'histoire en général, celle des sciences a une préhistoire. De même qu'il n'y a pas de mathématiques avant le miracle grec, de Thalès ou de Pythagore, de même il n'y a pas de physique avant ce bienheureux âge classique, avant ce qu'on appelle, en gros depuis Kant et les Lumières, la coupure galiléenne. Pendant ladite préhistoire, la « philosophie » sommeillait. On reconnaît, je crois, les idéologies, religieuses ou autres, à leur pathétique du calendrier : avant ou après la naissance du Christ, avant ou après la fondation de Rome ou l'année zéro de la république, avant ou après l'instauration du catéchisme positiviste, avant ou après la coupure galiléenne. Rien ne sera plus jamais comme avant. Il y a l'âge métaphysique, il y a l'âge positif.

De Cicéron à Marx, et, au-delà, jusqu'à nous, la déclinaison des atomes est préjugée une faiblesse de la théorie atomique. Le *clinamen* est une absurdité. Absurdité logique, puisqu'il est introduit sans justification, cause de soi avant de l'être de toutes choses ; absurdité géométrique, la définition que Lucrèce en donne est incompréhensible et embarrassée ; absurdité mécanique, il est contraire au principe de l'inertie,

et il aboutirait au mouvement perpétuel ; absurdité physique, en général, puisque l'expérimentation ne saurait le faire apparaître. Nul n'a jamais vu un corps grave tomber en se déplaçant tout à coup de sa trajectoire. Il ne s'agit donc pas de science. Le *clinamen*, dès lors, trouve refuge dans la subjectivité, il passe du monde à l'âme, de la physique à la métaphysique, de la théorie des corps inertes en chute libre à la théorie des mouvements libres du vivant. C'est le secret dernier de la décision d'un sujet, son inclination. Le texte de Lucrèce y porte de lui-même, qui va parler bientôt de cette volonté arrachée au destin, et des chevaux qui s'élancent hors des loges ouvertes. Les matérialistes modernes sont très mécontents de cette déchirure dans le déterminisme et la réinterprètent dans l'idéalisme d'un sujet libre. Toute la discussion sur l'indéterminisme reproduira, plus tard, dans le champ de la science, les arguments classiques sur le sujet du *clinamen*.

D'autre part, cette absurdité principielle est une preuve de plus, et décisive, celle-là, du statut préhistorique de la physique gréco-latine. Il ne s'agit pas ici d'une science du monde, mais d'un mélange impur de métaphysique, de philosophie politique et de rêveries sur la liberté individuelle projetées sur les choses mêmes. D'où le résultat brut de la critique : il n'y a pas de physique atomique dans l'Antiquité, mieux, pas de sciences appliquées en général ; et le *clinamen* qui la fonde n'est qu'une propriété immatérielle du sujet. Nous devons lire le *De natura rerum* de Lucrèce en humanistes ou philologues, non comme un traité de physique.

Revenons au texte du deuxième livre, où la déclinaison est introduite. Deux phrases, tout d'abord, la caractérisent. *Paulum tantum quod momen mutatum dicere possis* : les atomes, en chute libre dans le vide, s'écartent de leur trajectoire droite « aussi peu qu'il soit possible de dire, par-là, que le mouvement s'en trouve modifié ». Leur écart est aussi petit que possible, et la modification de leur mouvement est aussi petite que tu peux le dire. Lucrèce répète un peu plus loin et redéfinit cet écart : *nec plus quam minimum*, pas plus que le minimum. Les éditions classiques notent, à propos de ces expressions, un artifice rhétorique. La chose est si absurde et si éloignée de l'expérience que le physicien la minimise,

comme pour la cacher. Or, quiconque a lu, dans sa vie, quelques textes latins où il est question de mathématiques et proprement de calcul différentiel reconnaît là deux définitions canoniques de l'infiniment petit virtuel et de l'infiniment petit actuel. Il ne s'agit pas ici d'anachronisme ; tout le monde connaît, en effet, la filiation de l'atomisme par rapport aux premiers essais de calcul infinitésimal. Démocrite, dès l'origine, paraît avoir produit en même temps une méthode mathématique d'exhaustion et l'hypothèse physicienne des insécables. Nous sommes en présence des premières formulations de ce qu'on nommera une différentielle. Le *clinamen* est donc une différentielle, et proprement, une fluxion.

À propos de fluxion, venons-en à la cataracte atomique où se produit cet écart angulaire infiniment petit. Dans les vers qui précèdent, Lucrèce démontre que le mouvement des corps ne peut avoir lieu de bas en haut. Les exemples qu'il prend sont instructifs ; pour expliquer le mouvement du feu, il se sert de modèles liquides : l'écoulement du sang, le jet rouge qui gicle, ou la fluidité de l'eau, *umor aquae*. De même, et ceci juste avant le grand texte sur le *clinamen*, il fait voir la foudre traverser de son vol oblique la chute de la pluie, et le faire *nunc hinc, nunc illinc*, tantôt ici et tantôt là. Or, la même pluie est reprise dans la définition de la déclinaison, *imbris uti guttae*, comme les gouttes de la pluie. Nous y sommes.

Toute l'absurdité reconnue par la critique et peut-être toute la question viennent de ceci qu'on a toujours considéré la chute originiaire des atomes dans le cadre global d'une mécanique des solides. Et ceci d'autant plus que le moment inaugural galiléen s'était dessiné à l'intérieur de cette discipline. Pour nous, la mécanique est essentiellement et d'abord celle des solides. Bien découpés. La mécanique des fluides n'en est ou n'en était qu'un cas particulier, que les grands traités, celui de Lagrange par exemple, ne considèrent qu'en fin de compte et comme marginalement. Or voilà qu'il nous faut renverser la perspective. La naissance de la science moderne, ou sa renaissance plutôt, passe par les travaux de Torricelli, Benedetti, Léonard, ceux de l'Accademia del Cimento, où il est question tout autant, sinon plus, des fluides que des solides. Or la latinité tout entière est bien

présente sur ce front : Vitruve consacre un livre exprès de son traité d'Architecture, le huitième, à l'écoulement des eaux, et Frontin écrit tout un livre des aqueducs de Rome. Un siècle avant Lucrèce, les travaux d'Archimède avaient amené l'hydrostatique à un état de perfection égal sinon supérieur à celui de la statique ordinaire. Et avant lui comme autour de lui, les travaux et performances des hydrauliciens grecs sont notables.

Dès lors, s'il est absurde qu'un petit poids solide se détourne un instant de son orbite de chute, voyons s'il en est de même dans le cas où la cataracte atomique première serait comme un flot, comme un flux, comme un écoulement fluide. Lucrèce dit ailleurs que les objets de la physique sont les poids, les fluides et la chaleur. Et comme tout coule, chez lui, rien n'est vraiment d'une solidité invincible, sauf les atomes.

Dans la cataracte première, les atomes ne se touchent pas. Lorsque les rencontres se sont produites, et les connexions, il est possible de classer les corps selon leur résistance. Les plus durs, comme le diamant, la pierre, le fer ou le bronze, tiennent leur solidité de ceci que les atomes sont enchevêtrés, ramifiés, noués en un tissu intimement serré. À mesure qu'on va vers les fluides et les gaz, les atomes sont plus ronds et lisses que crochus, bien sûr, mais surtout ils sont moins enchevêtrés entre eux. On peut penser alors, à la limite, que si le tissu est tout à fait défait on est en présence d'un flux très subtil, en tous cas *globalement* non solide.

Soit donc l'écoulement, on l'appellera un écoulement laminaire. Cela signifie qu'aussi petites que soient les lames découpées dans le flux, le mouvement de chacune est strictement parallèle au mouvement d'une autre. Ce modèle est fidèle à la description du *De natura rerum*. Les dites lamelles en sont les éléments. Ceux-ci sont des solides mais la cataracte est fluide. Or un écoulement laminaire est idéal et comme théorique. Dans l'expérience, il est très rare que tous les flux locaux demeurent parallèles, ils deviennent toujours plus ou moins turbulents. La question à poser, celle que nous posons, est celle-ci : comment se forment les tourbillons ? Comment apparaissent les turbulences sur un écoulement laminaire ? Le flux parallèle est pris en premier comme modèle simple. Originnaire peut-être, je ne le sais pas, mais

en tous cas beaucoup moins compliqué ou enchevêtré qu'un écoulement çà et là tournoyant. Or la question que nous posons et que nous sommes en train de résoudre, par expériences multiples et théories locales, c'est exactement la question de Lucrèce. Je la formule de nouveau : la chute des atomes est une cataracte laminaire idéale, quelles sont les conditions pour qu'elle entre dans l'expérience concrète, celle du flux tourbillonnant ?

TURBULENCES.

Or ledit tourbillon – δινή, *dinè*, δινος, *dinos* – n'est autre que la forme primitive de construction des choses, de la nature en général, chez Épicure et Démocrite. Le monde est tout d'abord ce mouvement ouvert, composé de rotation et de translation. Celle-ci est donnée par le flux et la chute, la cascade laminaire. Question : comment la rotation apparaît-elle ? Réponse : le *clinamen* est la plus petite condition concevable à la formation première d'une turbulence. Cicéron disait, au *De finibus : atomorum turbulenta concursio*. Les atomes se rencontrent dans et par la turbulence.

Revenons au texte : de même que l'éclair traverse les raies parallèles de pluie de son vol oblique et qu'il le fait, *nunc hinc, nunc illinc*, tantôt ici et tantôt là, de même la déclinaison apparaît sur l'écoulement laminaire comme angle minimum dans l'inchoatif de la turbulence, *incerto tempore, incertisque locis*. Nouvel argument de la tradition pour taxer le texte de Lucrèce d'ignorance et de désinvolture. Rien là n'est de la science, puisque la circonstance est de temps incertain, en des lieux incertains, en tout cas non déterminée. L'argument ne dit rien sur le modèle ni sur la description, mais beaucoup sur son propre idéal de la science. Il faudrait, pour qu'il ait de la force, que le savoir n'ait rien à dire sur les distributions aléatoires. Ce que Lucrèce dit, cependant, reste vrai, c'est-à-dire fidèle au phénomène : les turbulences apparaissent stochastiquement sur l'écoulement laminaire. Pourquoi ? Je ne sais pourquoi. Comment ? De manière

aléatoire, pour l'espace et le temps. Et, de nouveau, qu'est-ce que le *clinamen* ? C'est l'angle minimum de formation d'un tourbillon, apparaissant aléatoirement sur un flux laminaire.

Le seul vers de Lucrèce que tout le monde sait par cœur est le très fameux *Suave mari magno*, traduit généralement comme rhapsodie pour une égoïste sérénité. Il ouvre le deuxième livre où la déclinaison est introduite. Or, la mémoire culturelle n'en retient jamais que la part première. Il se poursuit : *turbantibus aequora ventis*. Voici les tourbillons en milieu fluide, eaux et vent, annoncés comme un titre et aux origines du monde. Rappel de la *dinè* démocratéenne.

Un premier modèle est déjà constructible. Hypothèse pour un travail et protocole d'expériences. Pour comprendre l'entreprise atomiste et non la réputer absurde et archaïque, il faut abandonner le cadre général de mécanique des solides. Il est celui de notre monde moderne dans sa technique propre et sa spéculation. Peut-être le monde méditerranéen manquait-il plus d'eau que d'outils, peut-être était-il plus inquiet de pluies, d'orages, de rivières. Il construisait des réservoirs, des aqueducs. L'hydraulique lui importait. Ce qui est incompréhensible ici n'est pas l'événement local de la déclinaison, mais son inscription dans la référence d'une autre mécanique, d'une autre science que celle des fluides. Or la physique de Lucrèce y est tout entière plongée.

Qui ne voit qu'un écoulement ne demeure jamais longtemps parallèle, qui ne voit qu'un flux laminaire n'est qu'idéal et théorique ? Les turbulences apparaissent bientôt. Par rapport à la théorie, l'apparition de l'expérience concrète est contemporaine de celle des tourbillons. La déclinaison est leur commencement. Rien n'est absurde là, tout est exact, précis, et même nécessaire.

Il faut donc dessiner une gerbe de parallèles. En un point quelconque du flux ou de la cataracte, marquer un petit angle, et à partir de lui, une spirale. Au sein de ce mouvement, les atomes, séparés jusqu'alors, se rencontrent : *atomorum turbulenta concursio*. Mais le texte est plus précis encore : il renvoie à une mathématique, à un calcul différentiel, à l'idée de grand nombre, à tout un corpus implicite

au modèle. Il faut alors chercher un homme, celui qui aurait écrit et pensé ce corpus.

Le travail de physique commence. Voilà le protocole. Voici les expériences, les modèles complets, la mathématisation attendue, et les applications innombrables.

Mathématiques

ANALYSE DU MODÈLE HYDRAULIQUE.

Histoire de l'angle. Lorsque les classiques tentent de décrire la volonté, la liberté, ou l'inquiétude, ils dessinent souvent un pendule ou une balance. L'angle infinitésimal du fléau, le plus petit écart à l'équilibre du battant, voici la décision, la détermination, parfois l'angoisse, hors du repos. Ce n'est pas la déclinaison, dit Leibniz, c'est l'inclinaison. Ces machines simples sont des modèles. Et ce sont des modèles pauvres parce que statiques. Leur théorie, en ce temps-là, est d'équilibre, leurs machines sont des stateurs. Des statues. Et leur psychologie est une mécanique, mieux, l'image d'une statique. Oubliez la géométrie, vous croirez parler du sujet. Alors qu'en fait vous ne parlez que de machine. Cet oubli va durer longtemps, assez du moins pour qu'au début du XIX^e siècle l'angle dans l'atome ne soit rien que la liberté du sujet. Le réel disparaît jusqu'au rêve d'une âme. Il faut donc revenir aux Grecs.

Leur méthode canonisée, c'est la mesure des segments. Donc leurs sections ou leurs polytomies. Leur figure première, à savoir le triangle, est bien plutôt un trilatère. Première dans la construction possible des figures du plan, et première donc dans le monde, comme on voit au *Timée*. Il faut attendre assez longtemps pour que la mesure des angles devienne un adjuvant à la métrique des autres éléments, côtés ou autres, pour que se forme la trigonométrie. L'angle reste une forme, un coin, comme une qualité, il résiste aux efforts de quantification. Sa trisection demeure, par exemple, un

problème fort délicat. Il est aigu, pointu, obtus, sensible. Moins aisément abstrait qu'une longueur ou un segment, j'entends par-là qu'il a moins aisément rapport au nombre. Peut-être plus au mouvement : ce pourquoi les figures doivent être superposées, donc transportées, en vue de la mesure, c'est que, justement, elles sont angulées.

Or, le premier angle possible, qu'on le construise ou le perçoive, ou le plus petit qu'on puisse former, tel qu'on ne puisse rien loger entre les deux lignes qui l'ouvrent, est celui qui se donne entre une courbe et sa tangente. Il peut être nommé *nec plus quam minimum*, en langage géométrique, ou *paulum tantum quod momen mutatum dicere possis*, dans une langue mécanique. Autrement dit, l'angle apparaît en même temps que la courbure. *Entre deux droites ou deux segments, cet angle minimal n'a aucun sens.* Or encore, si on calcule sur des figures ou des solides rectilignes, on n'a besoin, en général, que d'une mathématique ordinaire. Si au contraire on carre ou cube des éléments courbés, il faut passer au moins par un protocalkul différentiel. Et donc par Démocrite. Or celui-ci, premièrement, a laissé deux livres perdus sur les lignes et les solides irrationnels, et il est raisonnable de penser, après Heiberg et Tannery, que la théorie des irrationnelles lui a tenu lieu de tremplin vers l'interprétation atomique. Il est question, dans les deux cas, de sécables, et d'insécables. La dernière section fuit, dans les deux cas, hors de notre portée. Ce n'est pas tout : on sait, par une citation de Plutarque et par un lieu de la *Méthode* d'Archimède, que Démocrite avait donné des résultats concernant le volume du cône ou du cylindre, ou de leurs troncs, et sans doute, plus généralement, d'un solide de *révolution*. Heiberg encore et Philipsson pensent, à juste titre, qu'il y est parvenu par intégration. Ce qui suppose un découpage différentiel, et, par-là, de nouveau, l'interprétation atomique. Démocrite est le Pythagore, du côté des choses, de l'irrationnel et du différentiable. Il est fatal que le premier intégrateur suppose les choses formées d'une foule d'atomes subliminaux. Non encore d'une « somme » infinie d'infiniment petits, mais d'un très grand nombre de subdivisés. Ainsi passe-t-on le seuil du perçu en même temps que celui de l'opération.

Cela n'est pas encore tout, cela n'est rien par rapport à ceci que l'homme du pentathlon philosophique – c'est

la médaille d'or décernée à l'Abdéritain par Diogène Laërce – a justement laissé un traité, perdu comme tous, concernant le contact du cercle et de la sphère. Où il discutait de l'angle de tangence, contre une opinion de Protagoras. La droite, pensait ce dernier, touche le cercle en plus d'un point. Nous ne connaissons pas la polémique, mais nous savons qu'elle portait sur les faits d'osculation, donc sur des éléments de ce que nous appellerions géométrie différentielle. Que se passe-t-il au plus près voisinage de la courbe et de sa tangente ? Que se passe-t-il pour le plus petit angle possible ? Et, en symétrisant le phénomène, pour le contact entre deux cercles ? Pour la tangence et pour la contingence ? Il n'est pas inintéressant, soit dit en passant, de lire les classiques : lorsqu'ils écrivent de mathématiques, ils disent bien angle de contingence ; lorsqu'ils discourent de métaphysique, ils écrivent bien contingence pour ce qui existe sans nécessité. La physique est bien une affaire d'angle. La démonstration se termine : ce qu'on peut rétablir, de ce pentathlon endormi, est cohérent à la physique conservée. Non seulement l'atome a dû naître parmi le traitement des éléments courbes, dans l'irrationnel et le différencié, ou l'indéfiniment sécable, par *décision* temporaire d'arrêt, mais aussi et surtout cet angle minimal, cet atome d'angle, ce premier angle, dont l'idée a paru longtemps si monstrueuse à la critique, et qui, cependant, est plus logique ou plus évidente que celle d'atome. C'est qu'on ne peut subdiviser l'angle de contingence : il est démontrablement minimal. Il est nul, mais sans superposition des lignes qui le forment. Il est plus atomique, si l'on peut dire, que l'atome. Par le premier calcul infinitésimal, pas d'atomisme sans éléments courbés ; or, pas de courbe sans tangente, pas de courbure sans angle minimal ; donc, pas d'atomisme sans déclinaison. Pas d'atomisme sans le schéma complet d'un parcours infléchi. *Cogitur flecti*. Le *clinamen*, comme la volute, sont présents et possibles, dès l'origine, dans la géométrie du premier atomiste. Je ne dis pas que Démocrite aussitôt en a lui-même fait physique, nous n'avons de cela nulle trace. Sauf de ce tourbillon dont il est dit, chez Diogène Laërce, qu'il est la cause universelle. Je dis seulement que sa mathématique, au moins ce qu'il en reste, donne à tous ces tracés une cohérence, une systématité géométriques. Ce qu'on appelle la rigueur. La

physique atomique n'a jamais oublié la géométrie, témoin Lucrèce et ses définitions : *nec plus quam minimum*, et ainsi de suite. Ce sont les commentateurs qui l'ont oubliée. Comme, plus tard, ils ont oublié l'angle, au discours pathétique de la contingence et de la liberté subjective. Et, que je sache, aux premières *Définitions* d'Euclide, l'angle s'appelle bien *clisis*, κλίσις.

Ce dont nous avons besoin, pour le modèle proposé, savoir la liaison de l'atome, de l'angle, des courbes, se trouve donc, assurément, chez Démocrite. Nous ne saurons jamais comment celui qui écrivit un traité des liquides et un débat sur la clepsydre a pu réaliser ce modèle en ce que nous appellerions aujourd'hui la mécanique des fluides. Nous ne saurons jamais non plus, par parenthèses, si ses trois livres de la peste et des maladies pestilentiennes ont fourni de l'information aux dernières lignes du *De rerum*. Mais il y a trop de tourbillons dans la *Lettre à Pythoclès*, d'Épicure, pour qu'à un moment ou à un autre, par tel auteur ou par tel autre, l'équipage hydraulique n'ait pas été pensé.

Je cherche un homme, écrivai-je plus haut, en achevant de dessiner le protocole. Je cherche un homme, un organon.

Voici donc, à nouveau, le modèle. Soit une gerbe de parallèles, où glisse l'écoulement laminaire. En un point quelconque, c'est-à-dire au hasard, se produit un écart, un angle très petit. Un tourbillon se forme, à partir de là, aussitôt. Je décompose le schéma, je le divise en éléments. Soit :

1. Une grande population atomique.
2. Une tangente à une courbe, un angle de contingence.
3. Un angle solide, un cône.
4. Une ligne courbe tourbillonnaire.
5. Des infiniment petits.
6. Des équilibres et des écarts.
7. Des flux, un milieu fluide.

Pour obtenir la mathématisation du modèle, il me faut donc :

1. Une théorie mathématique ou arithmétique des éléments.
2. Une théorie géométrique de la tangente.
3. Une géométrie des figures de révolution.
4. Une théorie des spirales.

5. Un calcul infinitésimal.
6. Une mécanique de l'équilibre.
7. Une hydrostatique.

Or, comme par miracle, cette liste de réquisits correspond très exactement à une rubrique fort connue. Supposons qu'un mathématicien ait écrit :

1. Un livre intitulé *L'arénaire*.
2. Un théorème de la tangente à la spirale.
3. Un traité *Des conoïdes et sphéroïdes*, et *De la sphère et du cylindre*.
4. Un livre *Des spirales*.
5. Des traités sur *La mesure du cercle* et *La quadrature de la parabole*.
6. Un livre de *L'équilibre des plans*.
7. Un traité *Des corps flottants*,

alors il remplira toutes les conditions requises. Cet homme est Archimède. Né vingt ans à peine avant la mort d'Épicure, assassiné un siècle environ avant le travail de Lucrèce. J'ai trouvé le corpus. Tout le corpus et rien que lui.

Je suis à même, désormais, de démontrer plusieurs propositions. D'abord, de faire voir l'unité générale de toute l'œuvre d'Archimède. La liste de ce qui nous reste ne sera plus enfin une rubrique, un catalogue, elle désignera un système global. Système qui décrit, d'une mathématique raffinée, le modèle physique du monde épicurien. Ensuite, et comme inversement, de montrer que la physique atomique n'est pas, comme on croyait, non mathématisée, mais au contraire qu'elle l'est, analogiquement, par le système archimédien. D'où vient, en général, que les Grecs ne concevaient pas la physique mathématique de la même manière que nous le faisons tous depuis la Renaissance. Nous mêlons l'expérience avec les équations. Et nous accompagnons le protocole, pas à pas, du formel et de la métrique. Sans ce voisinage continué, pas d'expérimentation, ni de loi. Les Grecs devaient, je crois, répugner fort à ce mélange. Ils n'ont pas, comme nous, de physique mathématique unitaire. La leur est double. Ils produisent des systèmes formels rigoureux *et* des discours de la nature, comme deux blocs langagiers séparés, comme deux ensembles disjoints. Et, comme ils sont signés souvent de noms propres tout différents, nul ne s'avise de penser qu'ils

sont structurellement isomorphes. Il nous faudrait un mélange local et fin et nous n'avons que des monuments décalés. D'où cette étrange idée, commune à l'histoire des sciences, qu'il ne saurait y avoir de physique mathématique grecque. Elle y est, mais il faut la voir. Et pour la voir, sur un exemple, appliquer finement Épicure sur Archimède. Ou Lucrèce et sa théorie sur le corpus syracusain.

L'ŒUVRE D'ARCHIMÈDE.

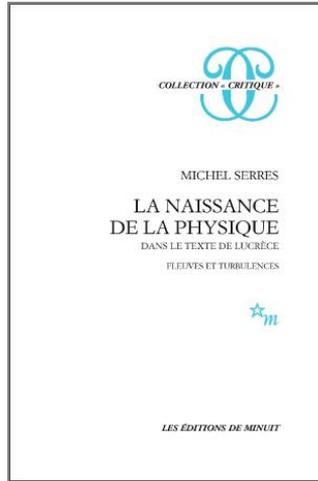
Silius Italicus : « Il savait quelle était la cause de l'agitation des flots de la mer, quelle loi suivait l'océan dans le flux et dans le reflux de ses ondes. » Il avait repoussé les armées romaines alignées, du haut des remparts de la ville, en bord de mer. Suave génie, serein, aux hauts lieux fortifiés par la science des sages. Il me plaît de voir la grande ombre au début du deuxième chant.

Quel est, d'abord, l'enjeu de l'*Arénaire* ? Techniquement, il s'agit de numération, de séries, de théorie de la croissance. De la première découverte des grands nombres. Or, l'atomisme ancien, comme tout atomisme en général, implique de manipuler de très grandes populations, puisque les éléments y sont subliminaux. Il y faut, en tout cas, rattraper le sensible, et le monde, par ensembles assez compacts. Cela dit, à quoi bon se poser la question de remplir la sphère des fixes par grains de sable rassemblés ou, mieux, emboîtés dans des boules de plus en plus grandes, si on n'a pas, peu ou prou, le souci, de rendre rationnel, au moyen d'une arithmétique, un certain modèle du monde ? Au moins, de le rendre possible ? Un semblable raisonnement est mené par Leibniz, à l'âge baroque, et le compteur y est poussé par ses propres monades ou par les animalcules trouvés au microscope¹. Archimède, comme Leibniz après ou Démocrite avant, est un géomètre de l'infinitésimal. Il avait donc conclu par des indivisibles, à la façon de Cavalieri, comme Leibniz par la monade et Démocrite par l'atome. Ou Giordano Bruno par

1. *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques*, P.U.F., 1968, t. I, p. 368-371.

table des matières

PROTOCOLE	
<u>Premier modèle : de la déclinaison en milieu fluide ...</u>	<u>9</u>
<u>Turbulences</u>	<u>13</u>
MATHÉMATIQUES	
<u>Analyse du modèle hydraulique</u>	<u>17</u>
<u>L'œuvre d'Archimède</u>	<u>22</u>
RETOUR AU MODÈLE	
<u>Turba, turbo</u>	<u>37</u>
<u>Pente et <i>extrema</i></u>	<u>42</u>
<u>Flots et voies</u>	<u>64</u>
EXPÉRIENCES	
<u>Les météores</u>	<u>85</u>
<u>Expérimentation : le magnétisme</u>	<u>113</u>
CONDITIONS	
<u>Conditions épistémologiques.</u>	
<u>L'observation et les simulacres</u>	<u>127</u>
<u>Conditions culturelles.</u>	
<u>Violence et contrat : science et religion</u>	<u>134</u>
APPLICATION : GENÈSE DU TEXTE	
<u>Atomes, lettres, chiffres</u>	<u>172</u>
<u>Genèse du sens</u>	<u>178</u>
<u>Codage</u>	<u>182</u>
<u>Chute et rythme</u>	<u>186</u>
HISTOIRE	
<u>Antiquité, Modernité</u>	<u>195</u>
MORALE	
<u>L'âme et la descente aux enfers</u>	<u>205</u>
<u>Le jardin et le local</u>	<u>214</u>



Cette édition électronique du livre
La Naissance de la physique de Michel Serres
a été réalisée le 29 novembre 2017
par les Éditions de Minuit
à partir de l'édition papier du même ouvrage
(ISBN : 9782707301918).

© 2018 by LES ÉDITIONS DE MINUIT
pour la présente édition électronique.

www.leseditionsdeminuit.fr

ISBN : 9782707338808



www.centrenationaldulivre.fr