
II. Considérations sur la Mécanique

Il a été fait, cette année, aux élèves de l'Ecole Polytechnique des conférences destinées à bien mettre en évidence les relations qui existent entre la théorie et les applications. Il m'a semblé qu'il pouvait être intéressant pour nos collègues de lire un certain passage de l'une de ces conférences. Je remercie l'auteur, M. Marbec, sous-directeur de l'Ecole du Génie Maritime, qui a bien voulu m'autoriser à publier les considérations suivantes, extraites de sa conférence sur la résistance de la coque d'un sous-marin.

CH. BIOCHE.

Il y a deux mécaniques :

Mécanique naturelle : L'une est l'étude des lois naturelles du mouvement des corps. Elle débute par l'étude du mouvement de cette abstraction : le point matériel. Elle continue par l'étude du mouvement des milieux matériels. Les corps de la nature, nous les assimilons à des milieux, mais nous les schématisons. Les milieux que nous étu-

dions sont des abstractions, dotées *a priori* de propriétés simples dont on étudie les conséquences par la voie déductive.

L'art. — car c'en est un véritable — est de choisir le schéma assez simple pour qu'il puisse facilement être soumis au calcul et en même temps assez fidèle, pour qu'il soit d'un emploi fructueux.

Le solide rigide, le solide élastique, le fluide incompressible (ou liquide parfait), le gaz parfait..., tels sont les principaux milieux étudiés. Leur étude n'est pas achevée, ni leur liste close.

Les écarts entre les schémas et les corps réels (frottement, écrasement, viscosité...), quand ils ne peuvent être négligés, sont d'abord comblés par des *corrections* empiriques. On les considère comme des *imperfections*. On peut, quand on connaît mieux leurs lois, régulariser, codifier, légitimer en quelque sorte leur existence en les incorporant dans la définition d'un milieu schématique nouveau (par exemple : le liquide visqueux).

L'étude primitive de ces écarts appartient à la physique expérimentale. Le rôle réaliste de celle-ci est de corriger les propriétés des schémas ou corps parfaits et d'en suggérer de plus fidèles.

La mécanique est en somme surtout caractérisée, parmi les autres sciences naturelles, par sa méthode laquelle est purement *déductive*. A cet égard elle tend à se fondre dans la physique mathématique.

Le choix des schémas est en principe arbitraire ; il est pourtant étroitement limité en fait par la nécessité de n'étudier que des schémas utiles. La réalité, la pratique avec ses exigences, tel est le guide sévère qui condamne les schémas de fantaisie.

Pour le choix de plusieurs de ces schémas l'esprit humain a suivi une inspiration assez curieuse. Il a choisi des milieux qui possèderaient exactement les propriétés qu'une science plus naïve attribuerait de bonne foi aux corps réels.

Exemples : l'insécabilité et l'isotropie pour l'atome, la rigidité pour les solides, l'incompressibilité pour les liquides, les lois de Mariotte et de Gay-Lussac pour les gaz parfaits.

L'illusion qu'on s'est longtemps faite sur le compte de ces fictions est devenue le garant d'une ressemblance pratique et féconde.

Mais cette illusion, nous ne la partageons plus.

Le physicien recherchera incessamment en quoi les schémas admis sont inexacts. Mais, même après que cette inexactitude sera démontrée, l'ingénieur continuera à s'en servir dans les questions où l'écart est plus faible que l'approximation qu'il recherche. Car le savant et l'ingénieur diffèrent entre eux, si l'on peut dire, comme l'unité de travail diffère de l'unité de puissance par l'introduction du temps. Le problème que se pose l'ingénieur n'est pas de trouver *la solution la plus exacte*, mais bien *la solution la plus approchée parmi celles qui peuvent être obtenues dans un délai donné*. C'est un autre problème. Il serait bien présomptueux de croire qu'il est plus commode que le premier. Il est plus facile d'être absolu que de concilier avec bonheur des exigences contradictoires.

Si, par exemple, l'accroissement de la masse des corps (au sens de d'Alembert) en fonction de la vitesse et, d'autre part, sa lente disparition dans l'éther sont réellement acquises, cela ne changera en rien les calculs de poids en usage dans l'industrie ; pas plus que dans le classique problème du coupage et du mouillage, on ne s'embarrasse, au moment d'appliquer la fatidique règle de trois, de l'évaporation des liquides, non plus que de la contraction des mélanges d'eau et d'alcool.

On peut assez exactement dire qu'il y a, en ce moment, deux degrés dans nos conceptions schématiques. Le premier degré est celui de la mécanique élémentaire : un corps solide est rigide, il a la forme qu'on a voulu lui donner, il la garde, il ne s'use pas, il ne fléchit pas, il ne frotte pas. — Le liquide est parfaitement fluide, il est incompressible, il se meut sans s'échauffer dans des vases étanches et indéformables. — Le gaz est parfait, n'a jamais avec les parois étanches qui le renferment, lesquelles ne l'attaquent pas, ne le dissolvent pas, que des échanges de chaleur qui sont nuls ou parfaits suivant le problème. En sorte que la variation est tantôt isotherme, tantôt adiabatique, mais elle l'est toujours parfaitement.

Avec cela, on peut expliquer simplement le fonctionnement de toutes les machines connues. Les ouvrages élémentaires ne dépassent pas ce stade. C'est cette conception des choses que, par une étrange interversion du sens des mots, quelques praticiens appellent, non sans dédain : *de la théorie*. Il y a pourtant dans leur pensée quelque chose d'exact. Car ce monde *schématique*, suffisant pour *l'explication*, après coup est insuffisant pour l'établissement réel d'un projet. Car expliquer et réaliser sont deux. Le réalisateur, l'ingénieur qui se bornerait avant de construire un engin nouveau à s'assurer que dans ce monde simplifié le fonctionnement de l'engin serait possible s'exposerait aux pires désillusions. Ce premier degré de conception des choses suffit aux amateurs, il en faut une autre aux professionnels.

Le second degré fait intervenir ces phénomènes moins apparents que l'on confond dans le langage élémentaire avec des imperfections : Déformabilité des solides ; Usure, frottement — Production de chaleur — Dilatations produites par cette chaleur même — Conductibilité — Répartition inégale des températures dans un solide soumis à des échanges thermiques — Compressibilité et viscosité des liquides — Perméabilité des enveloppes — Propagation finie des ébranlements divers, etc...

Un monde schématique plus complexe devient nécessaire. La clef de l'étude, c'est la théorie générale des milieux (milieu élastique, milieu visqueux... propagation de la chaleur...) Mais il est certain que l'étude de ce monde schématique n'est pas aussi bien ordonnée pour l'instant que celle du premier.

Ce sera là la vraie mécanique naturelle que devront posséder les ingénieurs

Mécanique humaine. La seconde mécanique, c'est la mécanique

appliquée. Son but est l'asservissement à nos besoins des phénomènes naturels. Son sujet est une œuvre humaine. Son étude exige à un haut degré ce qu'exige l'étude de toute œuvre humaine, *l'esprit critique, le jugement*. C'est en quoi elle se rapproche, par les dons qu'elle exige, des études littéraires.

Le recueil de tous les artifices humains, c'est l'empirisme. Ce recueil est maintenant trop vaste pour qu'aucun cerveau puisse prétendre l'embrasser dans son entier. C'est de ce fait que proviennent l'orgueil et la force de certains spécialistes. Mais de même que dans la multitude des êtres vivants on a pu établir des genres, des espèces, des parentés, des filiations, de même ces créations humaines peuvent se classer par familles. La codification de ces artifices donnera naissance à une science qui s'organise et qui est bien une science relative à l'homme. Car l'homme s'est posé des problèmes dont la nature ne se soucie pas.

Le principe des *causes finales* que la science matérialiste a banni des phénomènes naturels, règne au contraire en maître dans les créations humaines. C'est là le caractère essentiel de la mécanique appliquée. On a pu dire dans la mécanique naturelle que la situation du monde à un instant est déterminée par la disposition et les vitesses de ses éléments à l'instant précédent. C'est ce qu'exprime sous une forme condensée la phrase célèbre : « Le monde est gouverné par des équations différentielles du second ordre. »

Le principe des causes finales introduit à côté des coefficients de filiation la préoccupation d'un but éloigné envisagé par une volonté intelligente. De ce principe d'une cause finale dérivent des mécanismes qui n'ont de raisons d'être que parce qu'il existe un but encore lointain, mais connu.

Les appareils indicateurs — les appareils amplificateurs — les appareils répéteurs, les servo-moteurs — les appareils de sécurité — les procédés d'unification — les stabilisateurs automatiques.... autant de créations humaines, d'organismes généraux répondant à des besoins communs qui se rencontrent dans les branches les plus diverses de l'industrie. Ces organes se sont créés suivant une marche analogue à celle que l'évolution biologique nous montre dans la constitution et le perfectionnement des espèces vivantes. Ces organes dans leurs innombrables réalisations remplissent en réalité un petit nombre de fonctions élémentaires. Sous des aspects organiques variés qui déroutent le novice, en immobilisant son attention, l'identité fonctionnelle se révèle.

On voit comme un embryon de cette science dans ce chapitre des anciens traités où l'on parle des balances, des moules, des palans et du plan incliné.

C'est cette science en formation qui permettra de lire dans le livre sans fin de l'empirisme.

MARBEU.