

QA807
FX
1885
Vol 2

La Science et l'Industrie font des progrès incessants et rapides; chaque jour voit éclore des appareils nouveaux et de nouvelles inventions qu'un ouvrage de Mécanique doit traiter et faire connaître dans les limites de son cadre.

Pénétrés de cette idée, et désirant nous rendre dignes du bienveillant accueil fait à nos précédentes éditions, nous avons, encore une fois, remanié entièrement notre travail. Nous l'avons modifié et complété en tenant compte des recherches théoriques et des applications pratiques les plus récentes. Dans la seconde partie, « Moteurs et Récepteurs industriels », nous avons décrit les principaux appareils et machines modernes, et pour en rendre l'étude attrayante et facile, nous avons fait graver des diagrammes et de belles figures d'ensemble dont le nombre se trouve ainsi considérablement augmenté.

Nous croyons inutile d'énumérer ici les nombreuses et importantes questions nouvellement traitées; un rapide coup d'œil jeté sur la Table des matières suffira pour donner une idée précise des améliorations apportées à ces deux volumes que nous livrons avec confiance au Public.

R. FUSTEUERAS, A. HERGOT.



TRAITÉ DE MÉCANIQUE

THÉORIQUE ET APPLIQUÉE

STATIQUE — CINÉMATIQUE — DYNAMIQUE

PRÉLIMINAIRES

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET DÉFINITIONS

1. Matière. — On désigne sous le nom de matière tout ce qui est susceptible d'affecter nos sens. Exemples : l'eau, l'air, la terre.

2. Corps. Leur constitution physique. — Les corps sont des portions finies, déterminées de la matière. Ils sont formés par la réunion de très petites parties de matière extrêmement voisines, appelées *molécules*, laissant entre elles des intervalles appelés *pores*, dont la grandeur varie suivant les corps et suivant les circonstances. Ces molécules exercent entre elles des actions intérieures moléculaires qui peuvent se diviser en deux classes, les unes *attractives* et les autres *répulsives*.

Les corps se présentent, dans la nature, sous trois états différents : 1° état *solide*; 2° état *liquide*, et 3° état *gazeux*. Ils prennent alors les noms de *solides*, *liquides* et *gaz*; la déno-

mination de *fluide* s'applique indistinctement aux liquides et aux gaz.

Un corps *solide* est un corps ayant une forme déterminée ne pouvant être modifiée qu'en exerçant un effort parfois très considérable, et dépendant de la matière dont il est constitué ; la pierre, le fer, le bois, nous en offrent des exemples.

Si l'on prend un corps solide et qu'on cherche à l'étirer, il s'allonge d'une certaine quantité, et si cet allongement n'est pas très considérable, les molécules reviendront occuper leur position primitive dès que ce corps sera abandonné à lui-même ; cette cause, tendant à rapprocher les molécules ou à en empêcher l'éloignement, est la *cohésion*. Comme celle-ci agit toujours et qu'il y a un certain intervalle entre les différentes molécules composant un corps solide, on est conduit à supposer l'existence d'une seconde cause agissant contre la première et qui a pour fonction de la contre-balancer : c'est la *répulsion*.

La cohésion est très grande dans les corps solides, et par suite leur déformation nécessite, comme nous l'avons dit, l'intervention d'un certain effort.

Un corps *liquide* est un corps dont les molécules sont très mobiles et glissent pour ainsi dire sans frottement les unes sur les autres ; sa forme se modifie très facilement ; il prend celle du vase qui le contient. Le caractère distinctif des corps liquides est d'être à peu près incompressibles.

La cohésion est très faible dans les corps liquides.

Un corps *gazeux* est un corps qui a ses molécules excessivement mobiles et dont le volume tend toujours à augmenter. Les corps gazeux sont très compressibles, et à l'instant où la compression vient à cesser, ils reprennent immédiatement leur volume primitif ; ils sont appelés pour cette raison *fluides élastiques*.

La cohésion est nulle dans les corps gazeux.

3. Point matériel. — On donne, en mécanique, le nom de *point matériel* à un corps de dimensions infiniment petites jouissant des propriétés de la matière, mais n'existant que dans la pensée.

4. Constitution des corps solides considérés en mécanique. — Les corps solides, tels que nous les considérons

dans l'étude de la mécanique, sont des corps incompressibles composés d'un assemblage de points matériels liés entre eux par des droites rigides et inextensibles, de manière à obtenir des systèmes de formes et de dimensions invariables.

5. Mouvement et repos absolus. Mouvement et repos relatifs. — Un corps est dit en *mouvement* lorsqu'il occupe successivement diverses positions dans l'espace, et il est dit en *repos* lorsqu'il reste constamment à la même place.

Pour apprécier le changement de position des corps dans l'espace, on les rapporte à des points fixes, ou considérés comme fixes, qu'on appelle *points de repère* ; le mouvement et le repos sont *absolus* lorsqu'on les rapporte à des points réellement fixes, et ils sont *relatifs* lorsque les points de repère sont eux-mêmes emportés d'un mouvement commun avec les corps que l'on veut observer.

Supposons-nous transportés dans un wagon de chemin de fer en marche ; si nous n'apercevons pas les objets situés à l'extérieur, il nous semblera, au bout d'un certain temps, que nous sommes immobiles et nous n'aurons plus conscience du mouvement qui nous entraîne : c'est là le repos relatif. Un corps quelconque que nous ferions tomber, une boule qui roulerait, auraient un mouvement relatif.

Tous les mouvements que nous observons à la surface de la terre ne sont que des mouvements relatifs, car dans la nature il n'existe aucun point réellement fixe. En effet, nous savons que la terre n'est point immobile : en même temps qu'elle tourne autour de son axe en 24 heures, c'est-à-dire autour d'une ligne idéale qui joindrait ses deux pôles, elle se transporte en un an autour du soleil avec l'énorme rapidité de 35 kilomètres par seconde. Les corps célestes eux-mêmes sont animés de certains mouvements, et l'on peut admettre qu'il n'existe dans l'univers aucun point fixe, ou en repos absolu, pouvant nous faire connaître le véritable mouvement des objets qui nous entourent.

On conçoit néanmoins le repos absolu, et c'est ainsi que seront considérés les différents mouvements traités dans la suite de cet ouvrage.

6. Principe de l'inertie. — Le principe de l'inertie peut s'énoncer ainsi : *un corps en repos ne peut se mettre de lui-*

même en mouvement, et un corps qui est en mouvement ne peut pas modifier cet état de mouvement.

La première partie de ce principe, *un corps en repos ne peut se mettre de lui-même en mouvement*, nous est confirmée par l'observation des faits qui s'accomplissent journellement autour de nous. En effet, nous voyons que si un corps en repos se met en mouvement, c'est toujours sous l'action de causes extérieures qui lui sont appliquées, et il resterait constamment en repos sans l'intermédiaire de ces causes ; cela est vrai pour la matière privée de vie.

Les êtres animés, au contraire, agissent, se meuvent suivant leurs caprices et leurs volontés ; ils se mettent d'eux-mêmes en mouvement. Ils sembleraient, par là, s'écarter de la loi générale de l'inertie, mais il n'en est rien : cette faculté qu'ils possèdent de se mouvoir à leur gré, réside dans cette partie immatérielle de leur être qui leur est enlevée lorsque la mort vient s'appesantir sur eux.

La deuxième partie de ce principe, *un corps qui est en mouvement ne peut pas modifier son état de mouvement*, est moins compréhensible et paraît incompatible avec un grand nombre de faits que nous sommes à même d'observer ; mais cette erreur est bientôt dissipée par une étude plus attentive de ces faits.

Considérons en effet une pierre lancée sur le sol ; son mouvement se ralentit peu à peu, et bientôt elle finit par s'arrêter complètement. Le même corps étant lancé sur un terrain horizontal et uni, la durée du mouvement se trouve augmentée d'une quantité assez notable. Si nous opérons sur une surface bien unie et horizontale, comme celle que nous présente un lac gelé, la durée du mouvement est encore plus longue que précédemment. Enfin, la pierre ayant été rendue sphérique et lancée sur la même surface, la durée du mouvement s'est encore accrue. Il résulte de cette expérience que la pierre éprouve, à chaque instant, un ralentissement dans son mouvement, et qu'elle parcourt un chemin d'autant plus considérable que le sol est plus uni et qu'elle présente une surface moins rugueuse. Cette modification apportée dans son mouvement provient de causes extérieures qui sont : les aspérités du sol et la résistance de l'air. Plus ces causes extérieures de ralentissement

seront faibles et moins les modifications seront sensibles ; on en conclut que, à la limite, les causes extérieures étant anéanties, le corps continuerait indéfiniment à se mouvoir.

Ainsi, un corps en repos ne peut se mettre en mouvement, et un corps en mouvement ne peut pas modifier son état de mouvement : c'est ce qu'on exprime en disant que la matière est *inerte*.

Le principe de l'inertie nous permet de donner l'explication de certains phénomènes qui frappent notre esprit.

Si nous sommes dans une voiture en marche et que nous voulions en descendre, nous sommes renversés dans le sens du mouvement à l'instant où nous mettons les pieds à terre, car à ce moment, nous possédons, en commun avec la voiture, le mouvement dont elle est animée, et qui, en vertu de l'inertie, tend à persévérer lorsque nous touchons le sol. Le danger est très grand lorsque le véhicule marche avec rapidité ; aussi serait-il très dangereux de descendre d'un wagon de chemin de fer en marche : on serait projeté avec violence sur la voie et on pourrait être tué.

Si nous nous trouvons debout dans une voiture lorsqu'elle se met en marche, nos pieds sont entraînés dans le sens du mouvement, et notre corps, n'y participant pas encore, se trouve projeté en arrière. Le contraire arrive si la voiture s'arrête brusquement : notre corps se trouve projeté en avant.

Lorsqu'on veut emmancher un outil, un marteau par exemple, on introduit l'une des extrémités du manche dans l'œil du marteau, et l'on frappe vivement l'autre extrémité contre un objet résistant. L'arrêt brusque du manche fait que celui-ci s'enfonce dans le marteau en raison du mouvement précédemment acquis par l'outil.

7. Forces. — On désigne sous le nom de *force* toute cause qui modifie ou qui tend à modifier l'état de repos ou de mouvement d'un corps.

Nous savons, d'après le principe de l'inertie, qu'un corps ne peut se mettre en mouvement ni modifier son état de mouvement ; si donc un corps passe de l'état de repos à celui de mouvement, on peut affirmer qu'il est soumis à des causes extérieures qui lui font subir ces modifications : ce sont ces causes extérieures qui sont appelées *forces*.

Les principales forces employées dans l'industrie sont de différentes natures, elles comprennent :

- 1° La force musculaire de l'homme et des animaux,
- 2° La pesanteur,
- 3° La chaleur,
- 4° La vitesse acquise,
- 5° L'électricité,
- 6° Les forces moléculaires.

Nous apprécierons plus tard, et en particulier, chacune de ces forces et les ingénieuses combinaisons d'appareils imaginées pour en tirer le plus d'avantages et le meilleur parti possible.

8. — Pour définir complètement une force, il y a quatre choses à considérer : 1° son point d'application ; 2° son intensité ; 3° sa direction, et 4° le sens de cette direction.

Le *point d'application* d'une force est le point matériel du corps sur lequel elle agit directement.

L'*intensité* d'une force est la grandeur de cette force, ou l'effort plus ou moins considérable qu'elle exerce, effort qui se compare à une unité de même nature.

La *direction* d'une force est la ligne droite suivant laquelle se mouvrait son point d'application s'il était simplement soumis à cette force.

Le *sens* d'une force est l'un des deux chemins que parcourt son point d'application relativement à un point fixe pris sur sa direction.

9. **Effet des forces.** — Lorsqu'une force est appliquée en un point quelconque d'un corps en mouvement, elle n'a pas toujours pour effet de modifier ce mouvement, ou, si ce corps est en repos, de le mettre en mouvement, car l'action de cette force peut être contre-balancée par la combinaison de plusieurs autres agissant simultanément. Si, par exemple, une pierre est en repos sur une table, cela ne veut pas dire que cette pierre n'est soumise à aucune force ; en effet, la pesanteur agissant constamment, supprimons par la pensée cette table qui est un obstacle à la chute du corps, et celui-ci tombera. Le même corps étant attaché à l'extrémité d'un fil dont l'autre extrémité est maintenue à un point fixe, il n'y aura aucun indice de mouvement, en admettant que le fil soit suffisamment résis-

tant pour supporter le poids du corps : celui-ci restera dans une immobilité complète ; mais si l'on vient à couper le fil, la pierre se dirige vers le sol.

Dans chacun de ces cas, la pierre étant toujours soumise à l'action de la pesanteur et son mouvement étant nul, on dit d'une manière générale que le corps est en *équilibre*. Or, l'action de la pesanteur sur un corps ne peut être détruite, et il en serait de même de toute autre force ; il faut donc que l'effet résultant de cette action soit équilibré par la *pression* ou par la *tension* qu'elle détermine sur l'obstacle. La pierre posée sur la table produit une *pression* sur cette table, et, suspendue à l'extrémité du fil, elle y détermine une *tension*.

Les forces peuvent être favorables ou défavorables au mouvement suivant les circonstances dans lesquelles elles agissent ; elles prennent alors les noms de :

Forces *motrices* ou *puissances* ;
Forces *retardatrices* ou *résistances*.

Les forces *motrices* sont celles qui donnent naissance au mouvement ou qui le produisent, et les forces *retardatrices* sont celles qui tendent à diminuer l'action des forces motrices.

10. **Principe de la réaction égale et contraire à l'action.** — Ce principe, posé pour la première fois par Newton, peut s'énoncer ainsi : *Lorsqu'une force est appliquée à un corps, celui-ci réagit avec une action égale et contraire*. Ainsi, lorsqu'on exerce une pression ou une traction en un point quelconque d'un corps, comme, par exemple, si l'on tire un fardeau au moyen d'une corde, ou qu'on le pousse, soit à la main, soit par l'intermédiaire d'une barre, le fardeau exerce en sens contraire une traction ou une pression égale à celle qui lui est appliquée. Si une pierre est posée sur une table, elle exerce sur cette table une pression dirigée de haut en bas, et à son tour la table réagit avec une action égale et contraire.

D'après la constitution physique des corps solides, nous savons que les molécules sont soumises à l'action de deux forces appelées forces *moléculaires* ou forces *mutuelles*, les unes attractives, tendant à rapprocher ces molécules, et les autres répulsives, tendant à les éloigner. La réaction déterminée par la pression ou par la traction exercée sur un corps provient

200
 100
 50
 25
 12
 6
 3
 1
 0

Sargento L. Ernesto Garcia - 1893.

des forces mutuelles qui sont en jeu entre les molécules qui le composent, car ces forces peuvent être assimilées à de petits ressorts parfaitement élastiques, se comprimant ou se détendant sous l'influence d'un effort appliqué à la masse des molécules ou au corps, et ces ressorts donnent naissance, par leur réaction, à une force égale et contraire.

Si nous considérons deux molécules d'un même corps ou de deux corps différents, le principe de la réaction égale et contraire à l'action consiste en ce que :

- 1° Ces molécules exercent entre elles une action réciproque ;
- 2° Cette action est dirigée suivant la droite qui joint les deux molécules ;
- 3° L'action exercée par l'une de ces molécules est égale et directement opposée à celle exercée par l'autre ;
- 4° L'action varie avec la distance ; elle est d'autant plus grande que les molécules sont plus rapprochées.

Une foule de phénomènes que nous observons tous les jours ne sont qu'une application de ce principe. Si nous marchons et si nous nous transportons d'un lieu à un autre, c'est en vertu de la réaction du sol, lorsque nos pieds viennent s'y appliquer. Le mouvement d'une embarcation est déterminé par la réaction de l'eau frappée par les rames ; l'eau réagit également pour faire avancer une personne qui nage, car celle-ci, en étendant et en reployant les bras et les jambes, repousse l'eau qui par sa réaction imprime au corps un mouvement en sens contraire de celui du liquide. Si l'aimant attire le fer, celui-ci réagit avec une action égale et directement opposée.

Les réactions qu'exercent entre eux les corps que nous considérons à la surface de notre globe s'exercent également entre tous les corps célestes. Ainsi, la lune exerce sur la terre une attraction qui produit le phénomène des marées, et réciproquement, la terre réagit sur son satellite avec une action égale et contraire qui le force à décrire une orbite elliptique.

11. Définition et division de la mécanique. — La *mécanique* est la science qui s'occupe du mouvement en général et des forces qui le produisent ; elle se divise en trois parties : 1° *statique* ; 2° *cinématique*, et 3° *dynamique*.

La *statique* est la partie de la mécanique qui traite de l'équi-

libre des forces indépendamment des mouvements qu'elles produisent. On l'appelle aussi la *science de l'équilibre*.

La *cinématique* est la partie de la mécanique qui traite du mouvement des corps indépendamment des forces qui le produisent.

La *dynamique* est la partie de la mécanique qui traite des relations existant entre les forces et les mouvements qu'elles produisent.