

J.-V. Poncelet

Nouvelles annales de mathématiques 2^e série, tome 13
(1874), p. 174-185

http://www.numdam.org/item?id=NAM_1874_2_13__174_1

© Nouvelles annales de mathématiques, 1874, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Nouvelles annales de mathématiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

J.-V. PONCELET.

INTRODUCTION A LA MÉCANIQUE INDUSTRIELLE, PHYSIQUE
OU EXPÉRIMENTALE, 3^e édition, publiée par M. X. Kretz,
Ingénieur en chef des Manufactures de l'État. — 1 beau
vol. in-8^o de 757 pages, avec planches.

COURS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX MACHINES, publié
par M. X. Kretz. — 1 beau vol. in-8^o de 520 pages,
avec planches et figures gravées dans le texte.

Avant de parler de ces deux Ouvrages, on nous permettra de consacrer quelques lignes à leur illustre auteur.

J.-V. Poncelet, général dans l'arme du Génie et membre de l'Académie des Sciences de 1834 à 1868, a été, personne ne l'ignore, l'un des plus glorieux représentants de la science française au XIX^e siècle.

Sorti en 1810 de l'École Polytechnique, il quitta, en mars 1812, l'École d'Application de Metz pour participer à l'expédition de Russie, cette conception insensée du premier empereur. Il se trouvait parmi les 7000 Français qui, placés à l'arrière-garde dans l'horrible retraite de Moscou, et sous les ordres de l'infortuné maréchal Ney, vinrent, séparés du reste de l'armée, se briser à Krasnoé, le 18 novembre 1812, contre les 25000 hommes et les quarante canons du prince Miloradovitch.

Laissé pour mort sur le champ de bataille et rayé des cadres, Poncelet, dépouillé par l'ennemi, fut traîné en

captivité et parcourut à pied l'énorme distance qui sépare Krasnoé de Saratoff. Ces tristes étapes, au milieu de plaines silencieuses et glacées, ces froids terribles qui solidifiaient le mercure du thermomètre, frappèrent profondément le jeune lieutenant du Génie; mais son courage n'en fut pas abattu, son énergie n'en fut pas atteinte.

Parvenu en mars 1813 sur les rives du Volga, il refusa d'imiter quelques-uns de ses compagnons d'armes qui, mettant à profit leurs connaissances mathématiques pour donner des leçons aux Russes, purent fuir la misère et acquérir un bien-être relatif. L'âme de Poncelet était d'une autre trempe, et il lui aurait fallu, pour agir ainsi, faire le sacrifice de ses sentiments les plus intimes.

Réduit à l'isolement, dénué de toutes ressources, le jeune officier, après une maladie, résultat naturel de ses fatigues et de ses angoisses, se sentit ranimé par le soleil d'avril, si beau dans ces climats. Il résolut de se distraire de ses chagrins par le travail obstiné de l'esprit. Privé de livres, d'instruments de précision, il redécouvrit pour ainsi dire un à un les éléments des sciences mathématiques, et fit profiter de ses efforts plusieurs de ses compagnons d'infortune.

Ces cahiers d'études et de recherches, écrits à Saratoff, et que Poncelet a publiés en 1862 et 1864, sous le titre d'*Applications d'Analyse et de Géométrie*, contenaient en germe le célèbre *Traité des propriétés projectives des figures*.

Ce *Traité*, qui assure à l'auteur une des premières places parmi les géomètres de toutes les époques, parut en 1822 et fixa immédiatement sur lui l'attention du monde savant. L'Ouvrage était depuis longtemps épuisé et atteignait dans les ventes des prix que, dans sa rigide probité, Poncelet traitait de scandaleux, lorsqu'il put enfin,

à sa grande joie, en donner, de 1865 à 1866, une seconde édition augmentée du double.

Poncelet regretta toujours de n'avoir pu continuer, au delà de 1825, ses spéculations géométriques.

« Malheureusement ou heureusement peut-être, écrivait-il en 1865, les marques honorables d'intérêt que m'avaient values quelques travaux et inventions se rattachant à l'art de l'Ingénieur, de la part de MM. les Inspecteurs généraux de l'Artillerie et du Génie, Valé et Baudrand, ainsi que de M. Arago, examinateur de l'École d'Application de Metz, firent qu'on me proposa, en 1823 et 1824, de créer à cette École un Cours sur la Science des machines, que la récente introduction de l'industrie anglaise en France y faisait vivement désirer. Ce fut, sinon avec répugnance, du moins avec un vif sentiment de regret, que je consentis enfin, en 1825, à accepter cette tâche laborieuse à laquelle je n'étais nullement préparé, et qui allait, en me privant de tout loisir, ajourner indéfiniment la publication des travaux géométriques qui devaient faire suite au premier volume du *Traité des propriétés projectives des figures*.... »

C'est François Arago qui, en 1825, poussa Poncelet, comme malgré lui, à l'École de Metz. C'est là qu'il créa ce Cours plein d'originalité, qui a si rapidement et si profondément transformé l'enseignement de la Mécanique. En s'écartant, avec le chagrin de l'inventeur entravé, de la route où l'entraînaient ses goûts et ses instincts primitifs, il eut du moins la consolation d'être utile aux ingénieurs et aux artistes. Il eut celle d'écrire pour le grand nombre et d'éviter les reproches trop souvent et trop justement adressés aux savants de profession qui, sacrifiant tout aux théories abstraites, méprisent ou délaissent l'indispensable pratique.

En 1827, Poncelet fonda à l'Hôtel-de-Ville de Metz le

Cours professionnel, public et gratuit, destiné aux ouvriers et intitulé : Leçons du soir sur la Mécanique industrielle.

En 1838, il fut appelé à la Faculté des Sciences de Paris et chargé d'y créer le Cours de Mécanique physique et expérimentale.

Les trois dates que nous venons de rappeler résumant, pour ainsi dire, tous les travaux didactiques de Poncelet sur la Mécanique. A chacune d'elles répond en effet un Ouvrage où il a développé avec un talent consommé toutes les matières du Cours qu'il professait pour le compte de l'État, ou que son ardent amour du bien l'avait porté à ouvrir gratuitement en faveur de ceux que leur éducation première semblait devoir à jamais priver de connaissances si précieuses et si élevées.

Nous laissons ici de côté les diverses et nombreuses expériences de l'auteur, relatives à la Physique et à l'Hydraulique; ses belles inventions concernant les ponts-levis, les roues hydrauliques et les dynamomètres; ses intéressants travaux sur la stabilité des constructions. Nous nous bornerons à signaler son admirable Rapport historique sur les machines-outils, à propos de l'Exposition universelle de Londres en 1851, où Poncelet avait été élu tout d'une voix Président de la Classe des Machines.

C'est au Cours professé par l'éminent géomètre à l'Hôtel-de-Ville de Metz que se rapporte l'*Introduction à la Mécanique industrielle, physique ou expérimentale*, dont M. X. Kretz a donné en 1870 une troisième édition.

Dans cet Ouvrage devenu classique, et que tout ingénieur doit lire avec une scrupuleuse attention, Poncelet rompit franchement avec la méthode consacrée. Remontant aux travaux de D. Bernoulli, de Borda, de Carnot, de Navier, partageant, comme il le dit modestement, les

vues de Petit, Burdin, Coriolis, Belanger, ses anciens camarades à l'École Polytechnique, la Mécanique industrielle est pour lui en réalité la Science du travail des forces, et c'est le principe général des forces vives ou celui de la transmission du travail qui doit dominer tout l'enseignement.

C'est en se plaçant à ce point de vue que l'auteur essaya de mettre les notions fondamentales relatives à l'action et au travail des forces à la portée des intelligences les plus ordinaires. Employant le calcul sous sa forme la plus élémentaire, il s'adressa surtout au bon sens, au raisonnement direct.

La difficulté d'une pareille tâche n'a pas besoin d'être démontrée. Poncelet l'entreprit dans l'unique désir de répandre parmi la classe industrielle, en les lui rendant pour ainsi dire familières, des doctrines d'une utilité incontestable qu'elle ne peut ignorer sans préjudice et qui, autrefois, étaient presque exclusivement le partage d'un petit nombre d'ingénieurs. Il sut réaliser sa pensée en dotant notre littérature scientifique d'une œuvre tout à fait personnelle et qu'on peut regarder à bon droit comme un modèle d'exposition.

L'Introduction à la Mécanique industrielle est divisée en deux Parties :

La première renferme les principes fondamentaux, suivis d'applications diverses.

Poncelet a soin de faire précéder ces principes de notions générales sur la constitution et les propriétés physiques des corps. Il savait, en effet, que la Mécanique rationnelle n'est qu'une science d'abstraction et que, pour l'introduire utilement dans le monde des ateliers et des arts, il faut avant tout se rendre un compte exact de la compressibilité et de la flexibilité naturelles des corps, de leur inertie et des résistances de toute espèce qu'ils op-

posent au mouvement et à l'action des forces. Il savait quel danger court l'étude de cette science si importante, lorsqu'on la présente d'une manière incomplète, sans prévenir le lecteur des lacunes que l'expérience n'a pu encore y combler. Les théoriciens n'ont plus confiance en elle lorsqu'ils voient leurs formules leur donner des résultats qui diffèrent parfois des faits réels du simple au quadruple, et les praticiens la dédaignent, à leur grand détriment. Aussi Poncelet a-t-il soin de s'appuyer constamment sur des données positives et des chiffres exacts, sur des principes d'une application immédiate dans les arts, comme il le marque lui-même dans sa Préface, en termes excellents : « Un intervalle difficile à franchir et qui réclame des efforts incessants sépare la Mécanique abstraite de ses applications ; ses vraies difficultés ne résident pas dans la démonstration des principes généraux de l'équilibre et du mouvement, mais bien dans la conception physique des phénomènes de chaque espèce, dans la recherche des lois qui les régissent individuellement. La marche, à la fois géométrique et expérimentale, suivie par Kepler, Galilée, Newton et D. Bernoulli, est encore celle qui doit nous guider. »

Parmi les applications qui suivent et éclairent l'exposé des principes fondamentaux, nous citerons les questions concernant l'inertie et la force vive, le choc direct, le tir des projectiles, le travail produit par l'action de la vapeur d'eau et par celle des moteurs animés.

La seconde Partie de l'Ouvrage que nous analysons traite des résistances que les corps opposent à l'action directe des forces ou au mouvement d'autres corps.

Dans le préambule de cette seconde Partie, Poncelet revient avec plus de détails sur la structure intime des corps et sur les phénomènes qui dépendent du jeu des actions moléculaires. Ce chapitre présente encore aujour-

d'hui un grand intérêt, bien que la Théorie mécanique de la Chaleur soit venue apporter des modifications essentielles à quelques-unes des considérations qui y sont développées.

A ce premier chapitre succède une étude très-importante sur la résistance des prismes à l'extension, à la compression et à la rupture. Elle est complétée par de nombreux résultats d'expériences et par l'examen des principales circonstances du mouvement oscillatoire des prismes sous l'influence de charges constantes et de chocs brusques, avec applications relatives à l'emploi du fer, notamment dans les ponts suspendus.

Le frottement des solides, ou la résistance des corps solides au glissement, est ensuite exposé dans tous ses détails, avec de nombreuses et très-utiles Tables numériques.

Le dernier chapitre du Livre est relatif à la résistance des fluides; c'est, sans doute, au point de vue de l'érudition et de la discussion des faits d'expériences, le plus parfait de l'œuvre. Il est terminé par un remarquable essai sur une théorie du choc et de la résistance des fluides indéfinis, principalement fondée sur la considération des forces vives.

Ce sont les Leçons professées par Poncelet à l'École d'Application de Metz qui ont, à leur tour, donné naissance à son célèbre *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, qu'on suit depuis près d'un demi-siècle dans toutes les grandes Écoles ouvertes aux élèves-ingénieurs.

L'édition que vient d'en donner M. X. Kretz (1874) est, en réalité, la première édition française. En effet, en 1826, des feuilles lithographiées reproduisant les Leçons de Poncelet furent distribuées aux officiers-élèves. Ces feuilles, qui firent sensation, furent soumises, l'année suivante, à l'appréciation de l'Académie des Sciences.

Une Commission, composée d'Arago et de Charles Dupin, fut nommée pour les examiner ; et, dans la séance du 7 mai 1827, Ch. Dupin fit sur le Cours de Poncelet un Rapport des plus favorables.

« C'est, disait-il, une production remarquable par la rigueur de l'esprit qui en a tracé la marche, et par les simplifications opérées pour rendre moins difficilement applicables à la pratique des calculs réservés, pour la plupart, à des spéculations transcendantes. En résumant notre opinion sur le Cours déposé à notre examen, nous pensons qu'il est digne de l'approbation de l'Académie, et nous proposerions de l'insérer dans la collection des *Mémoires des Savants étrangers*, s'il n'appartenait pas à S. Exc. le Ministre de la Guerre de décider la publication illimitée de cette production. »

Cet appel resta sans écho. (Mais aussi pourquoi charger un Ministre de la Guerre des intérêts de la Science?) On se contenta de faire lithographier, au fur et à mesure des besoins, les feuilles nécessaires aux élèves de l'École d'Application ; et sans le culte de M^{me} Poncelet pour la mémoire de son mari, le *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, qui a subi à l'étranger, notamment en Belgique, de nombreuses contrefaçons, ne serait pas encore, au bout de quarante-sept ans, édité en France.

Il convient de dire que le concours de M. Gosselin avait été très-utile à Poncelet pour la révision des feuilles de 1826, ainsi que celui de M. le général Morin, alors capitaine d'Artillerie détaché à Metz, pour la révision de cahiers lithographiés en 1831, 1832, 1834, 1836.

Le *Cours de Mécanique appliquée* publié par M. Kretz est divisé en quatre Sections.

La première, *Considérations générales sur les machines en mouvement*, comprend les équations générales du mouvement des machines, l'examen des circonstances

principales de ce mouvement, les moyens de le régulariser et les conditions du meilleur établissement des machines industrielles.

La deuxième Section, *Des principaux moyens de régulariser l'action des forces sur les machines et de transmettre les vitesses dans des rapports déterminés*, traite des modérateurs, des régulateurs, des manivelles, des volants, et des communications de mouvement par courroies ou chaînes, par engrenages, par cames. Elle est terminée par la Théorie des moments d'inertie.

Dans la troisième Section, *Calcul des résistances passives dans les pièces à mouvement uniforme et soumises à des actions sensiblement invariables*, Poncelet étudie les différentes sortes de résistance (frottement de glissement, frottement de roulement, roideur des cordes et des courroies, frottement des cordes et des courroies autour de cylindres fixes) et applique les résultats obtenus aux machines les plus usuelles. Nous citerons : le frottement d'un corps sur un plan incliné, le frottement du coin, celui des pièces guidées, des tourillons et des pivots; la résistance des galets; l'équilibre du treuil en ayant égard au frottement et à la roideur des cordes, celui des poulies, celui des arbres tournants mus par cordes ou courroies sans fin; la résistance des chaînes; le frottement de la vis à filets carrés ou de la vis à filets triangulaires, celui des engrenages. Deux Notes, l'une relative à la valeur approchée, linéaire et rationnelle des radicaux de la forme $\sqrt{a^2 + b^2}$, $\sqrt{a^2 - b^2}$, $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$, et l'autre sur le moment total des résistances dans les vis et les cônes de friction, terminent cette Section.

La quatrième Section, *Influence des variations de la vitesse sur les résistances*, renferme enfin les principes généraux qui concernent les pièces animées de mouvements périodiques et l'influence des changements brus-

ques de vitesse. Ces principes sont ensuite appliqués à l'étude du choc des cames contre les pilons ou marteaux, et à celle des machines à percer, à découper, à estamper et à frapper les monnaies.

Comme le remarque M. Kretz dans la Préface qu'il a écrite pour le Cours de l'École de Metz, « peu de modifications essentielles ont été apportées jusqu'ici, par les auteurs qui ont traité de la Mécanique appliquée, aux idées exposées par Poncelet à une époque où l'emploi des machines était loin d'avoir l'extension actuelle ». C'est le plus bel éloge qu'on puisse, en réalité, faire de Poncelet.

Cependant il a paru utile au savant ingénieur de mentionner, dans des Notes placées au bas des pages, les travaux récents relatifs aux matières du Cours et les considérations nouvelles nécessitées par les progrès de la pratique. Ces Notes sont précieuses et ajoutent encore à la valeur si grande de l'Ouvrage; elles font honneur à la sagacité et à la pénétration de M. Kretz. Nous signalerons surtout celles qui se rapportent à la période de mise en marche des machines et à leur bon fonctionnement; à l'écart proportionnel des vitesses au point de vue de la régularisation et à l'effet du couplement sur la régularité; à la détermination de la vitesse de règle et aux conditions de régularité des machines industrielles; aux différents régulateurs; aux équations du mouvement d'une transmission, en tenant compte de l'élasticité des liens; à la répartition des divers volants d'une usine; au rapport des accélérations maximum et minimum des manivelles à simple et à double effet; au volant des machines couplées; enfin au ralentissement dans les transmissions par courroies et à la loi des tensions d'une courroie sur une poulie en mouvement. (On sait que M. Kretz a publié, sur ces dernières questions, de très-remarquables

Mémoires insérés dans les *Annales des Mines* et dans les *Comptes rendus*, 1862, 1873.)

Ajoutons que MM. Resal et Moutier ont secondé M. Kretz dans l'accomplissement de la première partie de sa tâche, et que M. Resal a, en outre, enrichi de quelques Notes le *Cours de Mécanique appliquée*.

C'est un devoir pour nous de louer les soins apportés par la maison Gauthier-Villars à l'impression des deux Ouvrages sur lesquels nous appelons toute l'attention du lecteur. Ils continuent dignement la série des belles éditions scientifiques dues au zèle éclairé et au dévouement infatigable de cette maison.

Nous voudrions pouvoir annoncer au public, en terminant cet article, que le Cours de Poncelet, à la Faculté des Sciences de Paris, est sous presse; mais nous ne savons malheureusement pas si les Notes de l'illustre ingénieur sont prêtes pour la publication, et si elles verront jamais le jour. S'il faut renoncer à l'espoir de les posséder, l'Extrait du Cours de Mécanique physique de la Sorbonne, dont M. Resal a fait suivre ses *Éléments de Mécanique*, destinés aux candidats à l'École Polytechnique, ne peut qu'inspirer, à cet égard, le plus vif regret (*).

Quoi qu'il en soit, Poncelet a assez fait pour sa gloire. Il s'est montré profond géomètre, habile inventeur, professeur éminent, ingénieur plein d'initiative et de sagacité, écrivain original. Il s'est montré en même temps homme de bien par excellence, rigoureusement dévoué à ses devoirs, sévère pour lui-même, plein de

(*) Depuis que ces lignes ont été écrites, une lettre adressée par M^{me} Poncelet à M. le Président de l'Académie des Sciences et lue par M. le Secrétaire perpétuel dans la séance du 9 février 1874 nous permet de compter sur cette dernière et importante publication, qui couronnera dignement les profonds travaux de Poncelet sur la Mécanique.

sollicitude pour les faibles et les déshérités, d'une loyauté à toute épreuve et d'un ardent patriotisme. Il put avoir des rivaux : il n'eut jamais d'ennemis ni d'envieux. Il le méritait, car il ne détesta que l'injustice. Sa modestie seule put lui faire craindre de voir, dans l'avenir, son nom éclipsé et ses découvertes oubliées. Il vivra autant que la Science elle-même.

Nous nous reprocherions, en finissant, de ne pas nous incliner devant M^me Poncelet, avec une respectueuse émotion et une réelle gratitude.

Poncelet avait résolu de consacrer les dernières années de sa laborieuse carrière à la publication complète de ses œuvres. Il avait achevé l'impression de ses découvertes géométriques et allait entreprendre celle de ses travaux sur la Mécanique, lorsque la mort le frappa.

M^me Poncelet, qui, à force de dévouement et d'affection, était parvenue à prolonger la vie et les précieux labeurs de son mari, ne voulut pas laisser inachevée la réalisation de ses derniers projets et de ses plus chers désirs. C'est à elle, c'est à ses sentiments élevés, qu'on doit les deux éditions dont nous venons de montrer toute l'importance. Elle s'unit ainsi plus intimement, aux yeux de la postérité, à celui dont elle a soutenu l'âge mûr et consolé la vieillesse.

CH. DE COMBEROUSSE.