



CHARLES BOUBERT (2013)

ALEXIS GHERMAOUI (2013)



LE COURS DES MACHINES UNE CLÉ POUR L'INNOVATION

L'arrivée en 1865 d'Edmond Bour (1850), ingénieur des Mines, comme professeur du cours de Mécanique et Machines, est à l'origine d'une réorganisation dans l'enseignement de cette matière, qui a permis à l'X d'être actrice dans le grand défi du XIX^e siècle qu'est la machinerie.

LE XIX^e SIECLE est marqué par la domination économique de l'Angleterre, poussée par son industrialisation et sa « machinisation ». Pour rattraper la rivale d'outre-Manche, la France et ses ingénieurs, dirigeants d'entreprises et hommes politiques, polytechniciens en tête, se lancent dans de grands projets d'industrialisation. La France de la deuxième moitié du siècle, et particulièrement la promo 1865, sont aussi marquées par la guerre de 1870 et ses conséquences. La majeure partie des élèves effectuant alors un service militaire, souvent de plusieurs années, et pour un grand nombre au sein de l'artillerie, on comprend l'importance et l'influence d'un cours sur les machines, spécialement propice à l'innovation dans les domaines militaires.

« *Un cours propice à l'innovation dans les domaines militaires* »

UN MANUEL IMPRIMÉ

Jacques Edmond Émile Bour, né en 1832, major de la promotion 1850 puis diplômé du corps des Mines, devient titulaire du cours de Mécanique et Machines en 1864. Il vient de passer quatre ans à l'École des mines de Saint-Étienne et apporte avec lui une première grande avancée : un ouvrage imprimé. En effet, jusqu'alors, les étudiants recevaient de leurs professeurs un ouvrage lithographié (écrit à la main puis reproduit en plusieurs exemplaires) issu de prises de notes de leurs aînés, qui était réédité quelques années plus tard sous forme imprimée. Edmond Bour est donc le premier à fournir un manuel composé de caractères normalisés, dès lors bien plus lisible et facile d'utilisation. Dans une matière telle que la mécanique, considérée comme « calculatoire » et

nécessitant de très nombreuses notations, cette évolution est considérable et a sans nul doute participé au succès de ce cours.

L'INVENTION DE LA SCIENCE DE L'INGÉNIEUR

Deuxième point témoignant de l'importance de Bour : ingénieur des Mines, il propose une approche beaucoup plus pratique et appliquée que ses prédécesseurs. On pourrait presque parler de l'invention de la science de l'ingénieur tant les considérations du professeur de Mécanique et Machines sont pragmatiques. Ainsi le cours de Cinématique, après avoir introduit les concepts nécessaires à l'étude du mouvement de points matériels (première partie, cinématique pure), s'attaque dans la deuxième partie (théorie des mécanismes) à recenser tous les dispositifs existants de transformation du mouvement,

de manière à rendre le lecteur capable d'assurer n'importe quel mouvement à n'importe quelle vitesse à l'aide d'une machine. Dans cette optique, il réalise une grande classification de tous ces dispositifs selon la nature du mouvement qu'ils induisent, s'ils changent le sens ou non dudit mouvement, si la transmission se fait par contact ou à distance, et enfin selon la manière dont ils modifient la vitesse du mouvement.

DES CLÉS POUR INNOVER

De même, dans l'ouvrage de Statique, Bour recommande de mener les études énergétiques à partir du travail, car il quantifie effort et déplacement et est donc une « bonne » grandeur dans l'industrie (elle va permettre d'évaluer ce que

REPÈRES

Dès la création de l'École polytechnique, Monge avait émis le souhait d'instituer un cours de Machines, y voyant déjà un vecteur de progrès et un enjeu majeur du siècle à venir. Il faut pourtant attendre 1806 pour voir l'apparition de ce cours, qui est associé en 1822 à un cours mélangeant de l'arithmétique sociale, de l'astronomie et de la géodésie. En 1850, enfin, une grande réforme des enseignements supprime le cours des Machines et le fusionne à celui de Mécanique rationnelle, pour former le cours de Mécanique et Machines. Dès lors, l'enseignement des Machines voit son importance grandir et devient un des cours majeurs de l'École.

« coûte » réellement le mouvement). Le professeur ne vise pas tant à enseigner une théorie rigoureuse à ses élèves qu'à leur donner des clés pour résoudre n'importe quel problème concret qu'ils pourraient être amenés à rencontrer dans un monde en pleine industrialisation. Il incite donc à innover.

EXEMPLES ET CAS CONCRETS

Enfin, Bour réorganise le cours de Mécanique en enseignant la cinématique en début de cursus, et non plus à la fin comme c'était le cas pour les promotions précédentes. Ce changement a été conservé depuis et on imagine aujourd'hui très difficilement comment faire de la dynamique sans avoir abordé la cinématique. Lorsque ses prédécesseurs présentaient et démontraient les grands théorèmes, laissant aux élèves le soin d'en faire l'expérience sur des cas concrets, Edmond Bour propose beaucoup plus d'exemples, qu'il étudie et résout dans leur totalité.

LES « PROMOS BOUR »

Cette nouvelle approche du cours des Machines a porté bien au-delà de la sphère

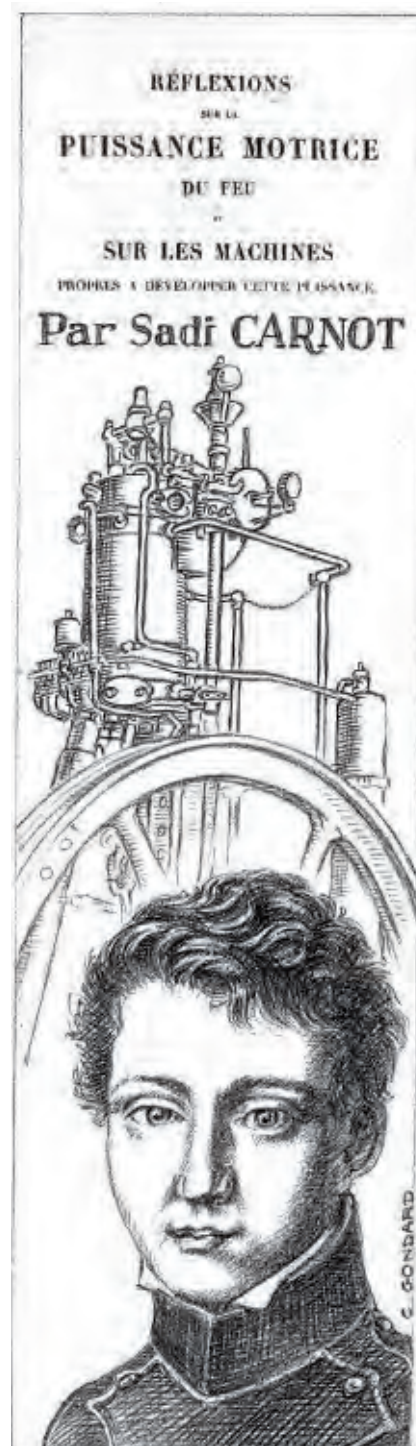
« Une longue tradition d'excellence dans le domaine du génie mécanique »

académique : en atteste le rôle privilégié des polytechniciens dans l'essor industriel et technologique de la France à la fin du XIX^e siècle. Le développement du chemin de fer, enjeu crucial à l'époque, et dont les tracés vont influencer durablement sur l'aménagement du territoire national, est un exemple représentatif dans le domaine des machines : Adolphe Médard Henry (1865) apporte des améliorations importantes au frein Westinghouse ; Charles Renard (1866) dépose de nombreux brevets sur divers moyens de transport, allant du train routier au dirigeable. Enfin, de par leur appartenance à l'armée, les X contribuent largement à la préparation de la « revanche » sur l'Allemagne après la défaite de 1870 et aux innovations techniques associées. Ainsi l'invention du canon de 75 mm, un des meilleurs canons de campagne de l'époque dans sa catégorie, impliquant nombre de polytechniciens, notamment Joseph-Albert Deport (1866).

Ils vont aussi se pencher sur une nouvelle arme : l'aviation.

Les générations de polytechniciens ayant suivi le cours d'Edmond Bour vont à leur tour transmettre cet enseignement à

leurs successeurs, instaurant une longue tradition d'excellence dans le domaine du génie mécanique, qui perdure encore aujourd'hui. ■



SADI CARNOT ET LES MACHINES

Sadi Carnot (1812) est l'un des plus éminents polytechniciens. La réforme de 1850, qui replace le cours de Machines comme un enseignement central, ne peut être « décorrélée » de ses découvertes. Dans ses *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* (1824), il théorise nombre de notions sur les machines à vapeur, alors mystérieuses et inconnues des sciences analytiques. Le « cycle de Carnot » met en lumière la possibilité d'engendrer le mouvement à partir d'une source chaude et d'une source froide.

Son œuvre, bien que visionnaire et instructive, était trop en avance sur son temps si bien qu'elle reçut un accueil assez discret à sa parution. Il faut attendre Clapeyron (1816), en 1834, qui publia dans le journal de l'École polytechnique un article analysant les écrits de Carnot en les agrémentant d'une formalisation mathématique, pour que ses idées soient acceptées par la communauté scientifique et se diffusent à grande échelle. Il est donc normal que l'X, portée par ces deux illustres anciens, progresse dans la direction des Machines.