



## Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de  
l'École polytechnique

25 | 2000

Le cours de Machines de l'Ecole polytechnique, de sa  
création jusqu'en 1850

---

# Première partie – La genèse d'un enseignement : 1794 - 1806

Jean-Yves Dupont

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/255>

ISSN : 2114-2130

### Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

### Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2000

Pagination : 6-19

ISBN : ISSN N° 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

### Référence électronique

Jean-Yves Dupont, « Première partie – La genèse d'un enseignement : 1794 - 1806 », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 25 | 2000, mis en ligne le 05 novembre 2010, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/255>

---

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2019.

© SABIX

---

## Première partie – La genèse d'un enseignement : 1794 - 1806

Jean-Yves Dupont

---

- 1 Avec la Révolution française s'ouvre un débat sur l'enseignement scientifique et technique. Les projets sont nombreux et concernent tous les niveaux. Mais le fait le plus marquant de cette période est sans doute la fondation en 1794 de *l'Ecole centrale des travaux publics*, destinée à remplacer les deux écoles d'ingénieurs créées au milieu du XVIIIe siècle : celle des Ponts et Chaussées (à Paris) et celle du Génie (à Mézières)<sup>1</sup>. L'Ecole est rebaptisée *Ecole polytechnique* dès 1795 et sa mise en place, par ajustements successifs, a souvent été décrite et commentée. Le projet initial ayant dû s'adapter à une situation pour le moins conflictuelle, l'invention d'un enseignement de Machines a été tributaire de ce cadre en pleine mutation<sup>2</sup>.
- 2 L'Ecole doit beaucoup à Gaspard Monge ; c'est actuellement un fait établi de façon certaine<sup>3</sup>. Le texte fondamental, imprimé dans une brochure sans mention d'auteur, a été clairement identifié : les *Développements sur l'enseignement adopté pour l'Ecole centrale des travaux publics*, publiés en octobre 1794 pour faire suite au *Rapport fait à la Convention nationale* par Fourcroy les 24 et 28 septembre 1794, ont été rédigés par Monge lui-même. Une deuxième brochure développe ce projet, dans le cadre des cours « révolutionnaires » : les *Programmes de l'enseignement polytechnique de l'Ecole centrale des travaux publics*, publiés en février 1795, regroupent différents textes, qui viennent compléter les comptes rendus publiés dans le *Journal de l'Ecole polytechnique*<sup>4</sup>.
- 3 On peut essayer de reformuler les textes fondateurs de l'Ecole polytechnique (en laissant de côté le dessin d'art et les humanités) afin de se représenter l'idée que Monge pouvait avoir en matière de formation. L'ensemble des connaissances scientifiques qu'il jugeait nécessaires à un ingénieur, tient en trois grandes rubriques :
  - le *calculatoire*, où l'analyse mathématique doit s'appliquer à l'espace géométrique, à la mécanique et aux effets des machines ;
  - le *graphique*, où les constructions de la géométrie descriptive doivent conduire à des représentations particulières aux diverses applications ;

- *l'expérimental*, où les savoirs physiques et chimiques s'appuient sur des travaux de laboratoire.

4 En cette fin du XVIIIe siècle, le modèle est très cohérent. Mais cet édifice va bientôt se transformer, tant dans la structure que dans le fond<sup>5</sup> : les Ecoles d'applications seront maintenues, la géométrie descriptive perdra son rôle central, les mathématiques prendront leur autonomie vis-à-vis de la mécanique... Pourtant, le « système de Monge » aura marqué tous ceux qui viendront après lui ; il aura longtemps ses détracteurs, avoués ou non, et ses disciples, fidèles ou non<sup>6</sup>. Quant à l'étude des machines, il lui faut maintenant trouver sa place. En effet, les machines se retrouvent dans le cours d'Analyse appliquée à la Mécanique, dans le cours de Géométrie descriptive, dans le cours de Physique générale. Elles doivent y être abordées du point de vue de leurs principes, de leur description, de leur technologie. En fait, un enseignement spécifique reste à créer : ce sera l'œuvre de Hachette.

## Monge et les machines

5 Dans quelle mesure l'enseignement des machines à l'Ecole polytechnique est-il redevable à Monge lui-même ? C'est une question à laquelle il est difficile d'apporter une réponse définitive. En ce qui concerne précisément les *machines*, les propos de Monge sont, tout à la fois, novateurs et incomplètement développés. Parlant des *Programmes* (version manuscrite et commentaire imprimé), René Taton indique<sup>7</sup> que :

*« ces textes très brefs ne sont pas en eux-mêmes très explicites ; cependant, ils sont à la base de la première classification rationnelle des machines, classification qui, conçue par Monge, reprise et développée par Hachette, utilisée par Lanz et Bétancourt et par la plupart des auteurs de traités de mécanique appliquée de la première moitié du XIXe siècle, exerça une influence considérable sur l'évolution de cette technique jusqu'à la fin du XIXe siècle ».*

6 Et il précise :

*« Il faut reconnaître à Monge le mérite d'avoir jeté les bases d'une première étude logique des mécanismes et des machines de types divers ; si son premier essai n'a pas mené à une solution définitive, il a du moins lancé un nouveau courant d'études qui, en menant successivement au développement, au perfectionnement puis à la réforme de l'idée initiale, permit la création de la mécanique appliquée moderne ».*

7 Les écrits de Monge concernant les machines sont peu nombreux<sup>8</sup>, mais on doit se souvenir qu'il publiait peu. Dans un ouvrage élémentaire de Statique paru en 1786, alors qu'il était examinateur des élèves de la Marine, et qui aura de beaux jours comme manuel de préparation au concours d'admission à l'Ecole, on trouve une définition des « machines » comme :

*« instrument destiné à transmettre l'action d'une force déterminée [...] de manière à mouvoir un corps [...] suivant une direction différente de la sienne propre ».*

8 En 1795, les « éléments de machine » sont définis comme :

*« les moyens par lesquels on change la direction des mouvements, ceux par lesquels on peut faire naître les uns des autres le mouvement progressif en ligne droite, le mouvement de rotation, le mouvement alternatif de va et vient », avec la précision que « les machines les plus compliquées ne sont que les résultats des combinaisons de quelques-uns de ces moyens individuels ».*

9 Cet extrait des *Développements* peut être complété par un autre des *Programmes*, à propos des divers « mécanismes »

« au moyen desquels on peut convertir les uns dans les autres, les différents genres de mouvements » ainsi que ceux « par lesquels on facilite les mouvements de tous les genres ».

- 10 Enfin, dans un compte rendu de ses premiers cours à l'École, il précise que :
- « les forces de la nature [...] ont trois éléments distincts, la masse, la vitesse, la direction du mouvement », et on retrouve les « machines » qui « ont pour objet principal de convertir les forces dont on peut disposer, en d'autres dans lesquelles ces éléments sont de nature à produire l'effet désiré »<sup>9</sup>.
- 11 La première et la dernière descriptions des machines rapprochent les « forces » et les « mouvements » ; mais l'usage du mot force n'a pas la restriction qu'on lui donne de nos jours, son sens étant assez large dans la mesure où la cause n'est pas clairement dissociée de son effet (« la force créant du mouvement »). Pour l'essentiel, ces propos ramènent aux mouvements, comme cela apparaît explicitement dans les extraits des deux textes fondamentaux, les *Développements* et les *Programmes*. Cette notion de mouvement est fondamentalement basée sur la géométrie, domaine majeur des travaux de Monge. Et c'est sous cet angle que seront abordées les machines, dont les constituants élémentaires ne sont que les moyens par lesquels on peut convertir tout type de mouvement. En définitive, les principales idées à partir desquelles Hachette d'une part, Lanz et Bétancourt d'autre part, établiront leurs énumérations de machines « simples », sont déjà inscrites dans le projet de Monge : la définition de mouvements élémentaires, la notion de mécanisme de transformation de mouvement, la classification des éléments de machines, l'analyse d'une machine complexe comme combinaison de mécanismes de base. Mais ces quelques principes élaborés par Monge ne sont pas encore très développés. Il faudra une dizaine d'années pour que Hachette, son plus proche collaborateur, recueille les matériaux nécessaires, les organise et inaugure à l'École cet enseignement de Machines.
- 12 Charles Dupin aura beau jeu d'écrire, en 1819, que :
- « Monge voulait qu'on appliquât cette géométrie à la description générale des machines, pour réduire ainsi qu'il en avait l'idée, tous les moyens de transmettre de la force et du mouvement, à des éléments parfaitement connus, classés et disponibles comme les instruments de l'atelier bien ordonné d'un excellent artiste »<sup>10</sup>.
- 13 En 1834, aux funérailles de Hachette, Dupin insiste :
- « Monge, avec la supériorité du génie, en donnant un simple programme, avait tracé pour la description des machines un cadre dont l'ordonnance était à la fois simple, lumineuse et grandiose. Ce fut le programme d'un cours professé par M. Hachette à l'École polytechnique ».
- 14 Dans les mêmes circonstances, Arago souligne que :
- « Deux grands ouvrages, l'un sur la géométrie descriptive, l'autre sur la science des machines, deviendront plus tard pour notre confrère, des titres incontestables à la reconnaissance du monde savant ».

## Les machines dans les cours professés par Monge

- 15 Il faut enfin essayer de préciser, dans les enseignements que Monge a effectivement donnés<sup>11</sup>, la part qui revient aux machines. Ainsi pourra-t-on peut-être apprécier les développements qu'il a pu en donner, à ses élèves comme à ses collaborateurs.
- 16 Monge travaille à l'École du Génie de 1764 à 1784 ; à partir de 1780, élu à l'Académie des sciences, il partage son temps entre Mézières et Paris. Nommé examinateur pour la Marine, il n'enseigne plus. En 1795, il donne le cours de géométrie descriptive à l'École normale (assisté de Lacroix et de Hachette) et à l'École polytechnique (assisté de Hachette

et de Eisenmann), ainsi que celui d'analyse appliquée à la géométrie à l'Ecole polytechnique. Cet enseignement est par la suite le seul qu'il assure (jusqu'en 1809 où il propose Arago pour le remplacer<sup>12</sup>) - dans les limites de ses disponibilités. En effet, ses charges sont nombreuses et diverses ; de plus, ses missions officielles le conduisent souvent à l'étranger : en Italie de mai 96 à octobre 97, en Italie puis en Egypte de février 1798 à octobre 1799...

- 17 On ne connaît pas bien le détail de l'enseignement donné à Mézières. Cette école forme des ingénieurs militaires, dont certains sont devenus célèbres comme mécaniciens : Jean Charles Borda est élève en 1758-59, Charles Augustin Coulomb en 1760-61, Lazare Carnot en 1771-72. Monge y est chargé des cours de géométrie pratique, auxquels viendront s'ajouter les enseignements scientifiques. Les travaux d'élèves sont, pour l'essentiel, des constructions de géométrie descriptive (pierres et charpentes, ombres et perspectives) ou des relevés topographiques de tout genre ; des planches sont gravées, elles serviront à l'Ecole normale et à l'Ecole polytechnique. Par ailleurs, visites d'entreprises et levers d'usines sont au programme ; les machines font partie de l'environnement technique de la formation. Les inventaires de 1794-95, liés au déménagement de l'Ecole du Génie vers l'Ecole polytechnique, mentionnent des maquettes et des modèles, sans plus de précisions ; on peut penser qu'il s'agit de stéréotomie et d'architecture, mais aussi d'installations hydrauliques ou de machines servant aux constructions.
- 18 Le cours de Monge à l'Ecole normale est connu : *recueilli par des sténographes*, il est aussitôt publié dans le *Journal des séances*, après correction de l'auteur - à l'exception toutefois des quatre dernières leçons. Après les rééditions de Hachette (en 1799, puis en 1811 avec un *Supplément*), celle de Barnabé Brisson, en 1820, rétablit trois de ces leçons qui portent sur les ombres et la perspective, mais pas la dernière « *qui ne contient que des réflexions générales sur l'avantage de l'introduction de la géométrie descriptive dans l'instruction publique* ».
- 19 Pour la mise en route de l'Ecole centrale des travaux publics, il fut prévu de donner à l'ensemble des élèves, avant de les constituer en promotions, un ensemble de « *cours révolutionnaires* » afin de « *leur offrir, dans un tableau rapide, les généralités de chaque science* », le cours ordinaire devant leur fournir par la suite « *les explications les plus propres à les guider dans les opérations qu'ils exécuteront eux-mêmes, et qui sont la principale partie de leur travail* ».
- 20 Les Programmes, qui sont publiés dans le même temps, décrivent les 24 leçons du cours que Monge va donner du 10 janvier au 7 février 1795. Les quatre dernières concernent les Machines :
- « *Exposition des divers mécanismes, au moyen desquels on peut convertir les uns dans les autres, les différents genres de mouvements. Mécanismes par lesquels on facilite les mouvements de tous les genres. Description des principales machines connues dans les arts, et mues par les animaux, ou par des forces prises dans la nature* »<sup>13</sup>.
- 21 Monge publie aussi un article de présentation du cours de Stéréotomie dans le *Journal polytechnique* d'avril 1795. Après avoir introduit l'étude « *des parties élémentaires des machines* » et défini les machines, il conclut simplement que « *dans le cours préliminaire on a exposé la méthode générale à suivre pour cet objet* ».
- 22 On dispose enfin d'un autre récit<sup>14</sup>, d'un tout autre genre il est vrai, publié dans *La Décade philosophique, littéraire et politique* du 28 février 1795 :
- « *Monge, dans une de ses dernières leçons sur l'application de la géométrie descriptive à la description des machines, a fait sentir combien il était avantageux pour la République de multiplier et de perfectionner les machines vraiment utiles [...]* ».

- 23 Monge donne encore un cours complémentaire de géométrie descriptive avant que les cours réguliers ne commencent le 24 mai 1795. Mais ni dans cet enseignement, ni dans celui qu'il donne ensuite aux élèves de première année, il ne traite des machines :

*« Le tableau général d'enseignement de l'école polytechnique, assigne à la stéréotomie deux articles d'une grande importance pour les travaux publics ; ce sont les machines et la topographie ; mais le cours préliminaire ayant prélevé un quart du temps destiné au cours annuel, on a été contraint de remettre ces deux objets à l'année suivante »<sup>15</sup>.*

- 24 On ne sait rien de plus sur l'enseignement de Monge relatif aux machines ; il nous faut conjecturer. A Mézières, ses préoccupations sont essentiellement orientées vers la géométrie appliquée, mais on peut supposer qu'il a aussi abordé la description de machines, peut-être à l'occasion de travaux d'élèves. A l'Ecole polytechnique, les quatre dernières leçons du cours préliminaire sont des conférences d'introduction aux cours à venir, et donc le meilleur moment pour présenter, *dans les grandes lignes*, l'étude géométrique des transformations de mouvement et proposer une méthode d'analyse des machines - voire en esquisser une classification. Mais cette tribune lui permet aussi de développer des vues plus générales (et vraisemblablement davantage qu'à l'Ecole normale lors de sa dernière leçon) : sur l'importance du dessin géométrique dans la formation technique, sur le rapport des sciences et de l'industrie, sur la nécessité du machinisme pour le progrès social - justifiant par le même temps, s'il était nécessaire, la place accordée à la Géométrie descriptive. Soulignons encore quelques faits. Tout d'abord, Monge n'a pu illustrer ces quelques leçons de dessins, contrairement aux applications de la stéréotomie à la coupe des pierres et à la charpenterie pour lesquelles des planches gravées existaient déjà depuis l'Ecole de Mézières. Et s'il pouvait disposer de maquettes, cela est insuffisant dans un amphithéâtre de trois cents élèves. Aucun de ses successeurs - et Hachette plus particulièrement - n'utilise de matériaux qu'on peut dater de cette période. Enfin, on connaît les plaidoyers de Monge en faveur du machinisme et sa tendance à discourir sur le besoin d'une formation technique.
- 25 Monge a donc dû faire quelques conférences sur les machines ; mais sans doute n'est-il guère allé plus loin que ce qu'il nous a laissé par écrit. C'est déjà considérable dans le fond, même si tout restait encore à faire dans le détail. Et il nous reste à apprécier ses idées, sa théorie, au travers des travaux de ceux qui ont subi son influence : Hachette, Lanz et Bétancourt, pour ne citer que les auteurs les plus contemporains de Monge. Lorsque Hachette publie son ouvrage en 1811, il le dédie à Monge :
- « Chargé, en votre absence, de vous remplacer à l'Ecole Polytechnique, j'ai suivi vos méthodes, j'ai pris pour guides les programmes de vos cours. On voit par l'un de ces programmes que vous aviez l'intention de vous occuper spécialement d'un Traité sur les Machines ; plusieurs circonstances ne vous ont pas permis de vous livrer à ce travail : aidé de vos conseils, j'ai osé l'entreprendre ».*
- 26 La filiation est revendiquée, mais sans plus de précisions.

## Hachette et l'enseignement de la Géométrie descriptive

- 27 Jean Nicolas Pierre Hachette arrive à l'école du Génie de Mézières en 1789 pour assister Claude Joseph Ferry (qui succédait à Monge) dans *« l'instruction sur la stéréotomie et le dessin géométral »*. Il y reste jusqu'en 1794 (excepté en 92-93, où il enseigne à Collioure), date à laquelle il vient à Paris : à partir du mois de novembre, il est instituteur de géométrie

descriptive pour la formation des chefs de brigade précédant l'ouverture de l'Ecole centrale des travaux publics. Il assiste Monge à l'Ecole normale et à l'Ecole polytechnique, où il est d'abord instituteur adjoint. Il y enseigne jusqu'en 1816 et met en place le cours de Machines en 1806<sup>16</sup>.

- 28 L'arrêté du 6 frimaire an III (26 novembre 1794) prévoit que le cours de géométrie descriptive, en première année, doit faire suivre les principes (la « stéréotomie » proprement dite) de leurs applications : coupe des pierres et charpenterie ; tracé des ombres et des perspectives ; topographie et nivellement ; machines simples et principales machines composées. Mais les deux derniers domaines n'ont pu être abordés à l'ouverture de l'Ecole, faute de temps et sans doute aussi faute de matériaux d'enseignement. Cette situation se prolonge encore plusieurs années, le cours de Hachette se limitant aux applications les plus immédiates, indispensables aux cours de deuxième année<sup>17</sup>. Il conforte ainsi la place de cette discipline relativement nouvelle qu'est la Géométrie descriptive, et dont les travaux graphiques associés sont issus des pratiques du génie civil et militaire, telles qu'elles existaient à l'Ecole de Mézières ou à celle des Ponts et Chaussées.
- 29 Il faudra ensuite que Hachette se démarque suffisamment de l'architecture et des travaux publics, pour pouvoir aborder les problèmes de transformation de mouvement, de technologie, puis de mécanique. L'étude des machines, avec un rattachement formel à la Géométrie descriptive, rejoindra alors les cours dits « d'application » placés en seconde année.

## Le cours de Mécanique de Prony

- 30 Les *Développements*, rédigés en septembre/octobre 1794, présentent très brièvement le cours d'Analyse, réparti sur les trois années d'enseignement : application à la géométrie descriptive d'abord, à l'étude de la mécanique ensuite, à l'hydraulique enfin. L'arrêté du 6 frimaire an III (26 novembre 1794) prévoit l'enseignement de l'usage de l'analyse, et son application successive à la géométrie à trois dimensions, à la mécanique des solides et des fluides, au calcul de l'effet des machines. Les *Programmes* de 1795, quant à eux, distinguent deux cours : celui d'Analyse appliquée à la Géométrie d'une part, celui d'Analyse appliquée à la Mécanique d'autre part. On peut sans doute attribuer à Monge le programme du premier et à Gaspard Riche de Prony<sup>18</sup> celui du second - qu'il résume ailleurs sous forme d'un *Tableau analytique* comme il est d'usage à cette époque. Il n'y développe que la mécanique, l'analyse devant être comprise comme un outil nécessaire, introduit en préliminaire<sup>19</sup>. Très vite, les enseignements d'analyse et de mécanique seront dissociés ; Prony ne conservera que le dernier.
- 31 La troisième partie des *Programmes*, intitulée « *Applications des principes généraux au calcul de l'effet des machines* », établit une distinction entre moteurs, machines « proprement dites » et résistances, et donne une liste des principales machines (essentiellement hydrauliques) qui doivent être étudiées. Prony donne un compte rendu de son cours de Mécanique pour l'année scolaire 1796-97, dans lequel les moteurs inanimés sont limités aux machines à feu, les autres machines ayant disparu (quatrième partie « *Traité théorique et expérimental des machines et des moteurs* »). En 1799 la première partie de son cours est publiée sous le titre de *Mécanique philosophique, ou analyse raisonnée des diverses parties de la*



*science de l'équilibre et du mouvement* (JEP, septième et huitième cahiers) ; mais la suite, annoncée en 1802 et qui aurait traité des moteurs et des machines, ne paraîtra pas.

- 32 Le projet de Prony - peut-être trop ambitieux - se réduit donc peu à peu, en ce qui concerne l'étude des machines. Son cours en reste à un niveau élémentaire de mécanique appliquée et s'oriente davantage vers les principes fondamentaux (mouvements des corps pesants, des pendules, des planètes) que vers l'industrie. Il présente la statique des « machines simples » (plan incliné et levier, poulie et treuil, machine funiculaire, système vis-écrou) et l'étude des résistances (cohésion, pesanteur, inertie, adhérence et frottement, raideur des cordes). Mais il maintient l'étude des machines à vapeur, dont la description détaillée est donnée dans la seconde partie de sa *Nouvelle architecture hydraulique* publiée en 1796. Son « *cours préliminaire a été terminé par une description détaillée de la machine à feu, depuis les premiers essais de Worcester, dans le siècle dernier, jusqu'aux découvertes les plus récentes* ». Et l'inventaire des dessins et gravures mentionne, pour le second semestre de 1807, l'existence de 37 exemplaires de la « *gravure de la planche des pompes à feu de M. de Prony* », à côté de la machine de Newcomen et de la pompe à feu de Chaillot. Par ailleurs, une planche de Hachette concernant les pompes (gravée en 1808) est reliée à la suite du *Sommaire des leçons* de 1809.

## Hassenfratz et l'enseignement de la Physique

- 33 Jean Henri Hassenfratz<sup>20</sup> suit la formation de l'Ecole des Mines en 1782, puis travaille avec Lavoisier. Il participe au Bureau de Consultation des Arts, et donne en 1793 un cours de « Technologie » au Lycée des Arts dont on ne connaît que le programme :
- « Description générale des arts et métiers. Examen des éléments de machines et leur application aux machines construites. Connaissance des détails et des procédés des manufactures »<sup>21</sup>.
- 34 En 1794, il est nommé instituteur à l'Ecole.
- 35 Le cours de Physique, dont il est chargé, est annuel à ses débuts ; il se présente sous la forme de conférences que l'ensemble des élèves suivent chaque année ; il ne donne pas lieu à examen, ne participant donc pas au classement général. Avec la nouvelle organisation de décembre 1799, la physique obtient un statut analogue aux autres matières et le cours est alors réparti sur deux ans (en incluant la mécanique céleste). Les projets de laboratoires n'ont pu être réalisés dès la création de l'Ecole. Mais l'inventaire du cabinet de physique, établi en 1807, comprend une section de machines, pour une approche expérimentale des lois de la mécanique, et une section d'hydraulique.
- 36 Par ailleurs, Hassenfratz organise des visites d'ateliers et de manufactures à partir de 1796 pour les élèves de troisième année (qui étaient vraisemblablement emmenés par roulement). A la séance solennelle d'ouverture des cours le 26 janvier 1799, Hassenfratz évoque la baisse du recrutement des services publics, l'augmentation du nombre des enseignants des écoles centrales et les besoins croissants de l'industrie en ingénieurs, qui « *ont déterminé le conseil de l'Ecole à diriger une partie de l'instruction des élèves sur les arts et manufactures* »<sup>22</sup>.
- 37 Par exemple, les travaux de « vacances » de 1811 précisent les visites organisées par le professeur de physique : manufacture impériale des Gobelins (23 octobre), pompe à feu et fonderies de Chaillot (30 octobre) - Hachette ayant, de son côté, conduit 14 sergents chez M. Albert, faubourg St-Denis pour visiter une machine à feu (27 novembre). Le



Conservatoire des arts et métiers fait aussi partie des établissements régulièrement visités. On trouve encore trace de cette pratique en 1812.

- 38 Par les orientations qui lui sont propres, Hassenfratz rend son enseignement plus proche de la « description des arts » - au sens de l'Encyclopédie du siècle finissant - que de la physique contemporaine. Traitant des propriétés physiques des corps solides, il s'intéresse aussi aux applications de la mécanique et veut ouvrir les élèves aux réalités du monde industriel : il leur présente donc des machines, lors de ses conférences comme lors des visites extérieures. Bugge, astronome danois de séjour à Paris en 1799, en rend compte à sa manière :

*« L'objet de ces cours se rapporte à tout ce qui est machinerie, mécanique pratique, différentes manières dont on peut, par le mouvement des machines, obtenir différents effets dans un but donné. Je n'ai pas assisté à suffisamment de ces cours pour savoir jusqu'à quel point ils atteignent cet objectif. (...) Une fois par décade, il emmène ses élèves voir les machines, leur utilisation par les entrepreneurs, les ateliers où l'on pratique les arts et où travaillent les machines ».*

- 39 Il faut souligner que ce visiteur étranger a pu extrapoler ses propres observations, impressionné sans doute par l'enthousiasme de Hassenfratz et par la nouveauté des enseignements donnés à l'Ecole.

## Les « cours spéciaux » : Travaux civils et Travaux des Mines

- 40 Dès 1797, le Comité des fortifications, chargé de réorganiser l'école du Génie, pose le problème du double emploi des enseignements de l'Ecole polytechnique et des autres écoles de services publics. Mais le Conseil de l'Ecole (s'opposant à la décision du Directoire) maintient l'architecture et les travaux publics, réorganise la fortification, et décide d'un nouveau cours : l'exploitation des mines. Il en charge Hassenfratz lors de sa séance du 21 mai 97 et ce cours se met en place peu après (en 1798 sans doute). La loi du 25 frimaire an VIII (16 décembre 1799) donne la liste des cours d'applications de la géométrie descriptive : travaux civils, fortification, architecture, mines, éléments des machines et constructions navales ; mais le Rapport du 23 décembre 1800 ne confirme pas l'existence des deux derniers cours<sup>23</sup>.
- 41 Hassenfratz, dans sa note de novembre 1801, précise que son enseignement de Travaux des Mines se divise en deux parties : un cours oral de 15 leçons et un travail d'épures, distinguant les dessins à faire des gravures à étudier. Quand ce cours est supprimé en 1806, il en donne un compte rendu, sur 8 leçons, où il traite de géologie, puis de l'extraction et de la préparation des minéraux - il y décrit alors un certain nombre de machines particulières : treuils et cabestans, pilons, roues hydrauliques<sup>24</sup>. De la même manière, d'autres machines spécialisées apparaissent dans le cadre des Travaux civils : à côté des ponts, écluses et charpentes, on trouve des maquettes de grues, sonnettes, treuils. Mais si le cours de Machines est inscrit au programme, il n'existe toujours pas à cette date<sup>25</sup> - et on pense à en charger Hassenfratz, qui traite déjà de machines dans ses autres cours.
- 42 Ainsi, lors de la séance solennelle d'ouverture des cours le 26 janvier 1799, Gayvernon, chargé du cours de Fortification depuis mars 98, anticipe sans doute lorsqu'il affirme<sup>26</sup> :

*« La géométrie descriptive de la première année est terminée par un cours d'éléments de machines, c'est-à-dire de l'art de construire les machines propres à exécuter tout ce qui est le*

*résultat de la main de l'homme. On s'est occupé, jusqu'à présent, de représenter les machines ingénieuses que les hommes ont inventées, et l'on a publié les recueils de ces machines sous le nom de Théâtres des machines ; on a déterminé les lois du mouvement, et l'on a créé les éléments de mécanique : mais personne n'était encore parvenu à décomposer les machines faites et à faire, de manière à en déterminer les éléments ; c'est un cours absolument neuf que l'on doit à la réunion des lumières des hommes instruits qui composent l'enseignement de l'école [...]. Ce cours, ramenant la construction des machines à la simplicité qui leur appartient, procurera aux arts, aux manufactures et à l'industrie française un perfectionnement qu'ils auraient inutilement attendu d'ailleurs. »*

- 43 Ce discours reflète certainement les préoccupations du Conseil de l'Ecole, qui rappelle régulièrement la nécessité du cours de Machines, pendant que les projets se succèdent. Hachette, à qui reviendra la création de ce cours après ces diverses péripéties, en rendra compte en 1808 :

*« l'enseignement relatif aux machines fut ajourné ; cependant, il n'a pas été totalement abandonné ; M. Hassenfratz, professeur de physique, et en même temps chargé d'un cours sur les mines, faisait connaître les machines employées dans l'exploitation des mines ».*

## NOTES

1. cf TATON, René (sous la direction de) : 1964, *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle* ; LEON, Antoine : 1968, *La Révolution française et l'Education technique* ; PICON, Antoine : 1992, *L'invention de l'ingénieur moderne. L'Ecole des Ponts et Chaussées, 1747-1851*. Un choix de textes officiels se trouve dans CHARMASSON, Thérèse & LELORRAIN, Anne-Marie & RIPA, Yannick, 1987 : *L'enseignement technique, de la Révolution à nos jours* [tome 1 : 1789-1926] ; voir aussi le Journal de l'Ecole polytechnique (JEP), troisième et onzième cahiers, pour certains d'entre eux.
2. cf AEP : X-2-b-10, X-2-c-29 et X-2-c-30, dossiers III-2 et III-3-a, pour les textes des différents partenaires (enseignants et administration de l'Ecole, corps civils et militaires, écoles d'applications) ; on trouve en ANNEXE-3 les extraits des principaux textes officiels qui traitent des machines. Voir aussi la *Correspondance sur l'Ecole polytechnique* (CEP) de mai 1807 [tome I, cahier 8] et HACHETTE : 1828, *Notice sur la création de l'Ecole polytechnique* ; les classiques FOURCY-1828 et PINET-1887 ; et également, même s'il ne s'agit pas d'oeuvres d'historiens, MERCADIER-1894 et *L'Ecole Polytechnique*, édité en 1932 par la Société des amis de l'école.
3. cf LANGINS, Janis : 1980, *Sur la première organisation de l'Ecole polytechnique. Texte de l'arrêté du 6 frimaire an III*, Revue d'histoire des sciences (23), et 1991, *La préhistoire de l'Ecole polytechnique*, Revue d'histoire des sciences (44). Ainsi que BELHOSTE, Bruno : 1989, *Les origines de l'Ecole polytechnique. Des anciennes écoles d'ingénieurs à l'Ecole centrale des Travaux publics*, Histoire de l'éducation (42), et 1994, *De l'Ecole des ponts et chaussées à l'Ecole centrale des travaux publics*, Bulletin de la SABIX (11). Et également GRISON, Emmanuel : 1991, *Les premières attaques contre l'Ecole polytechnique (1796-1799)*.
4. cf LANGINS, Janis : 1987, *La République avait besoin de savants. Les débuts de l'Ecole polytechnique : l'Ecole centrale des travaux publics et les cours révolutionnaires de l'an III*, où ces textes sont reproduits *in extenso*. Voir aussi AEP : JEP, premier cahier (mars-avril 1795) pour la Stéréotomie de Monge, dont la suite est donnée par Eisenmann ; et cinquième cahier (mai-juin 1798) pour le Cours de mécanique de Prony.

5. cf BELHOSTE & DAHAN DALMEDICO & PICON : 1994 (op. cité) - notamment, BELHOSTE, Bruno : *Le premier XIX<sup>ème</sup> siècle, de 1794 au Second Empire* ; SAKAROVITCH, Joël : *La géométrie descriptive, une reine déchu* ; CHATZIS, Konstantinos : *Mécanique rationnelle et mécanique des machines*.
6. Théodore Olivier - l'un des fondateurs en 1829 de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures - se réclamera encore du projet originel de l'Ecole centrale des travaux publics ; cf OLIVIER-1851 et la Revue scientifique et industrielle (février 1850) : *Monge et l'Ecole Polytechnique*. Dans le domaine plus restreint du dessin technique, la référence à la géométrie descriptive de Monge est tout aussi nécessaire pour les anglo-saxons, qui s'en démarquent, que pour les français, qui s'en réclament. Comparer BOOKER, Peter Jeffrey: 1963, *A history of engineering drawing* et DEFORGE, Yves: 1981, *Le graphisme technique. Son histoire et son enseignement*.
7. cf TATON, René : 1951, *L'œuvre scientifique de Monge* (pages 317-319).
8. Voir ANNEXE-2, les extraits du *Cours élémentaire de Statique, à l'usage des Ecoles de la Marine* de Monge (1786), des *Développements* (sur la géométrie descriptive) et des *Programmes* (cours de géométrie descriptive), de l'article *Stéréotomie* de Monge, JEP, premier cahier (mars/avril 1795).
9. Comparer aussi avec cette définition, tirée des *Programmes* (du cours d'analyse appliquée à la mécanique), et qu'il faut attribuer à Prony : "*les machines proprement dites*" sont "*les moyens par lesquels l'effort du moteur se transmet à la résistance*", c'est-à-dire "*les moyens qui sont destinés à mouvoir les corps solides ou les corps fluides*".
10. cf DUPIN : 1819, *Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge*.
11. cf TATON : 1951 (op. cité) et 1964, *L'école royale du Génie de Mézières* ; LANGINS : 1987 (op. cité) ; BELHOSTE, Bruno & PICON, Antoine & SAKAROVITCH, Joël : 1990, *Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous l'ancien régime et la révolution*, Histoire de l'éducation (46). Voir aussi BELHOSTE, Bruno & TATON, René : *L'invention d'une langue des figures*, ainsi que TATON, René : *Un projet d'écoles secondaires pour artisans et ouvriers, préparé par Monge en septembre 1793* - ces deux textes sont dans DHOMBRES, Jean (sous la direction de) : 1992, *L'Ecole normale de l'an III. Leçons de mathématiques*, édition annotée des cours de Laplace, Lagrange et Monge avec introductions et annexes.
12. Le cours d'analyse appliquée à la géométrie est alors assuré en première année par Hachette, en deuxième année par Arago. La géométrie descriptive étant enseignée en première année, ils proposeront en 1812 une alternance. Voir AEP : dossier III-3-b (commentaire du Directeur des études, 1812), dossier VI-1-b-1 (courrier de Hachette et Arago, 1814) et Registres d'instruction (détails des cours de 1809 à 1816).
13. La version imprimée est reproduite dans LANGINS : 1987 (op. cité) d'une part, BELHOSTE & TATON : 1992 (op. cité, page 279) d'autre part ; elle est citée intégralement dans HACHETTE-1822, sans davantage de détails. Comparer avec TATON : 1951 (op. cité, page 95), pour une variante provenant d'un manuscrit autographe de Monge (archives du baron de Chaubry) ; voir ANNEXE-2.
14. Ce texte, signalé dans LANGINS : 1987 (op. cité, page 43), est reproduit partiellement en ANNEXE 2.
15. cf EISENMANN : *Stéréotomie*, JEP, quatrième cahier (septembre/octobre 1796). Cet article, le dernier d'une série de trois, fait suite à celui de Monge qui concerne le cours d'introduction (premier cahier).
16. cf AEP : dossier VI-1-b-1, Rapport sur les pensions de retraite... fait au Conseil d'administration (27 novembre 1816) : "*M. Hachette a fait pendant 22 ans [...] le cours de géométrie, et celui des machines depuis que ce dernier a été établi.*"
17. L'architecture nécessite ce pré-requis théorique de géométrie descriptive ; voir SAKAROVITCH, Joël : 1998, *Epures d'architectures. De la coupe des pierres à la géométrie descriptive. XVI<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècles*.

18. Voir ANNEXE-2 pour les Programmes et AEP : MONGE 1794-18 ?? pour le Tableau ; PRONY : *Cours d'analyse appliquée à la mécanique*, JEP, premier cahier (mars/avril 1795) et PRONY : *Cours de mécanique de l'an V*, JEP, cinquième cahier (mai/juin 1798) ; AEP : PRONY 1800, PRONY 1809, PRONY 1811, PRONY 1810-1815 et AEP : dossier III-3-b. Voir aussi AEP : VII-2-c-2, et l'iconographie commentée.

19. Bien que Prony souligne, dès 1795, la nécessité des préliminaires mathématiques à son cours de mécanique : "*Le cours habituel a commencé et se continuera, pendant quelques mois par la théorie du calcul différentiel et intégral, y compris la méthode directe et inverse des différences finies*" (cf JEP, premier cahier).

20. cf GRISON, Emmanuel : 1996, *Du Faubourg Montmartre au Corps des Mines : L'étonnant parcours du Républicain J.H. Hassenfratz (1755-1827)* et 1999, *L'Ecole de Monge et les Arts et Métiers*, Bulletin de la SABIX (21) - reproduisant une note de René TRESSE sur *L'Ecole polytechnique et le Conservatoire des arts et métiers de 1794 à 1814*.

21. Cet enseignement ne semble pas avoir été maintenu : "*on dut regretter cependant le cours d'hygiène et celui d'arts et métiers, dont l'utilité, quoique incontestable, paraît n'être pas encore assez sentie*". Voir LACROIX : 1805, *Essais sur l'enseignement en général, et sur celui des mathématiques en particulier*.

22. cf HASSENFRTZ : *Discours sur le Cours de physique générale*, JEP, sixième cahier (juillet/août 1799). Voir aussi AEP : dossiers III-3-b et III-3-a, X-2-c-6 et X-2-c-7.

23. Voir ANNEXE-3 ou bien FOURCY-1828 et PINET-1887, pour des extraits plus importants, et *Rapport sur la situation de l'Ecole* (23 décembre 1800), JEP, onzième cahier (juin/juillet 1802). Voir aussi AEP : VII-2-c-2 (1807), listes de planches en cuivre (Travaux des Mines) et de modèles en relief (Travaux civils).

24. cf HASSENFRTZ : *Programme du cours des mines, fait à l'Ecole Polytechnique (année scolaire 1806)*, JEP, treizième cahier (avril 1806). Voir AEP : dossiers III-3-a et III-3-b, X-2-b (dessins de hauts fourneaux, molette, bocard, roues hydrauliques...) et EPURES 1794-1850, où le Conservateur des Modèles a "*recueilli et mis en ordre*" ces documents en 1850, dans les limites de ses possibilités. Voir l'iconographie.

25. Fourcy donne un *Tableau indicatif du nombre de leçons* pour la première et la deuxième année d'études - années 1799, 1801, 1806, 1812... Mais il faut sans doute le prendre avec prudence : le cours de Machines n'est mentionné ni pour 1801 ni pour 1806 (6 leçons en deuxième année) ; le cours de Physique n'est pas comptabilisé pour l'année 1799, alors qu'il est indiqué 27 leçons d'Eléments des Machines en première année et 27 leçons de Travaux de Mines en deuxième année. Il faut sans doute y voir une confusion entre les différents enseignements assurés par Hassenfratz ; voir FOURCY-1828 (pages 376-379). Un tableau comparatif, établi en 1820 ne mentionne pas davantage de Machines pour 1804 ; cf AEP : dossier III-3-a.

26. cf GAYVERNON : *Discours sur l'enseignement de la Géométrie descriptive*, JEP, sixième cahier (juillet/août 1799) ; les détails d'un travail dont il rapporte la réalisation, alors qu'il ne s'agit que d'un projet, ne sont pas reproduits. Le discours de Hassenfratz traite du *Cours de Physique générale*.

AUTEUR

JEAN-YVES DUPONT

Agrégé de mécanique