Bulletin de la Sabix

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

42 | 2008

Regards sur l'École polytechnique au XIX^e siècle

L'Ecole Polytechnique

Charles C. Gillispie

Traducteur : Charles-Henri Pin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/117>

DOI : 10.4000/sabix.117

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 avril 2008

Pagination : 5-19

ISBN : ISSN N° 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Charles C. Gillispie, « L'Ecole Polytechnique », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 42 | 2008, mis en ligne le 27 août 2009, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/117> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.117>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

L'Ecole Polytechnique¹

Charles C. Gillispie

Traduction : Charles-Henri Pin

NOTE DE L'ÉDITEUR

Cet article est une traduction d'un extrait de *Science and Polity in France, the Revolutionary and Napoleonic Years*, Princeton University Press, 2004, de Charles C. Gillispie.

Charles C. Gillispie, *Science and Polity in France, the Revolutionary and Napoleonic Years*, Princeton University Press, 2004

- 1 L'Ecole polytechnique a été et reste l'une des plus fascinantes créations de l'an III.
- 2 Son histoire est un puzzle de paradoxes. Fondée selon la pensée de Monge, elle a été bientôt dominée par les Mathématiques de Lagrange et Laplace. Créée pour former des ingénieurs civils et militaires, elle a aussi instruit les fondateurs de la physique mathématique et, un peu plus tard, les protagonistes du mouvement des saint-simoniens. Une fois la première promotion sortie, cette école, conçue en pleine Terreur, devint la pépinière, non pas de scientifiques ou de réformateurs, ni d'industriels, mais de l'élite technocratique de la France des dix-neuvième et vingtième siècles. Partout en Europe et en Amérique, cependant, elle a servi de modèle pour les écoles d'ingénieurs comme en témoignent West Point, Boston Tech (devenu le M.I.T.), les *Polytechnics* anglais et les *Technische Hochschulen* des Etats d'Allemagne.

- 3 Implantée pendant longtemps à la Montagne Sainte Geneviève, au cœur du quartier latin où elle a été un fil rouge dans le tissu civique et culturel de Paris, elle prospère depuis un quart de siècle dans un campus de style américain en banlieue. Depuis le début, l'Ecole polytechnique a marqué la personnalité de ses diplômés au travers de l'enseignement reçu, plus proche de celui des meilleures écoles supérieures américaines ou britanniques que des autres écoles françaises. L'identification de ses diplômés avec l'alma mater et le sens d'une solidarité privilégiée portent l'association des anciens élèves à Paris. Les mathématiques et les sciences exactes ont toujours, avec plus ou moins d'insistance, été la base de l'enseignement. L'école est connue familièrement comme l'« X » (lettre répandue dans les expressions mathématiques). Les diplômés identifient leur promotion par l'année d'entrée : X -1826, X-1934 et ainsi de suite.²

Les Prémices

- 4 Rien de tout cela n'était voulu. Loin d'être créée ex-nihilo, l'Ecole polytechnique a été le fruit de la synthèse d'éléments venant de deux écoles d'ingénieur de l'Ancien régime. Elle a combiné l'héritage éducatif de l'école militaire d'ingénieurs de Mézières, où Monge avait débuté, à celui de l'Ecole des Ponts et Chaussées de Paris. Mézières sombra à la Révolution. Affaiblie par la contradiction entre les sympathies révolutionnaires du corps professoral et la loyauté royaliste du commandement militaire, vidée de son personnel par les besoins de l'armée en guerre et incapable d'attirer des élèves officiers dépourvus d'ascendance aristocratique d'un niveau suffisant, l'école avait pratiquement cessé de fonctionner à la fin de 1792.
- 5 À la suite de nombreux conflits et mésententes au cours de l'année suivante, allant jusqu'au suicide du commandant, l'école fut officiellement fermée par le Comité de Salut Public le 12 février 1794. Ses équipements furent transférés à Metz où ils furent utilisés à l'entraînement dans l'art du siège. Carnot, qui rédigea cette disposition, entendait que la formation de base pour les ingénieurs civils aussi bien que militaires serait dorénavant assurée à l'Ecole des Ponts et Chaussées de Paris. Un mois plus tard, le 11 mars (21 ventôse), la Convention adopta une autre résolution en vue de la création d'une Ecole Centrale des Travaux Publics.
- 6 La loi prenait simplement acte de l'existant car, entre-temps, l'Ecole des Ponts et Chaussées s'était étendue, non sans difficultés, et avait pris le nom d'Ecole Nationale des Travaux Publics en janvier 1793. Avant que sa mission fût étendue à la formation élémentaire de l'ingénierie militaire, d'autres exigences de la Révolution demandaient les services de gens d'une formation technique supérieure à celle que ses installations surpeuplées et son enseignement basé sur une autoformation d'un autre siècle n'auraient jamais pu produire. Prony, le membre principal du Corps des Ponts et Chaussées, fit une proposition pour une véritable école avec un corps enseignant capable de donner une formation théorique aussi bien que pratique de la construction en général.³ Ces réformes et d'autres propositions restèrent sans effet jusqu'à la mort à 86 ans en février 1794 de Perronet qui avait fondé l'école en 1747 et l'avait dirigée depuis sans interruption.
- 7 Le successeur de Perronet fut un ingénieur éminent du Corps, Jacques-Elie Lamblardie, qui entreprit de changer le système. Entre temps l'admission avait été portée à 167 étudiants. Il fut autorisé à nommer 7 professeurs pour assurer un enseignement

interne, au lieu de recourir dans Paris à des cours privés sur des sujets spécialisés supervisés par des étudiants anciens assurant un tutorat des débutants dans les domaines de la géométrie, de la trigonométrie, des relevés topographiques et de la stéréotomie. Lamblardie réussit à abriter l'école dans des locaux adaptés. D'autre part, l'Hôtel de Lassay, jouxtant le Palais Bourbon (aujourd'hui Assemblée Nationale), offrait la surface nécessaire pour les cours magistraux, les salles de classe et d'études et même des laboratoires de chimie, une bibliothèque de livres et de cartes, une galerie d'histoire naturelle, une collection de machines et un atelier comprenant une forge avec enclume et des outils de tailleur de pierre, charpentier et maçon.⁴

L'école de Monge

- 8 Tout cela, et ce n'était pas rien, était en préparation en mai 1794, quand Monge s'intéressa au projet et entreprit de le remodeler en fonction de son ambition de baser la formation technique générale sur la géométrie descriptive. On pourrait presque dire « la géométrie messianique » tant il croyait en sa valeur transcendante dans l'économie, le social et le culturel. Monge avait longuement réfléchi à l'éducation en vue des sciences. Il avait approché Condorcet en 1792, quand ce dernier concevait son programme cadre et avait établi les grandes lignes, jamais publiées, d'un schéma d'éducation secondaire pour les artisans et ouvriers en septembre 1793 après avoir quitté le ministère de la Marine.⁵ Il est certain qu'il a collaboré avec Carnot, Prieur et les vétérans scientifiques de la Commission des Armes pour la rédaction des décrets concernant la nouvelle école des travaux publics. Fourcroy, membre du Comité de Salut Public de thermidor, présenta la loi à la Convention le 24 septembre 1794. Quatre jours plus tard la loi fondatrice connue par sa date, le 7 vendémiaire, fut adoptée sans opposition. Elle prévoit d'appliquer le décret du 11 mars (21 ventôse) qui prévoyait en pleine Terreur la création d'une Ecole Centrale des Travaux Publics.⁶ Le rapport de Fourcroy est fleuri d'une rhétorique célébrant la chute des ci-devant tyrans et l'avènement des vraies valeurs républicaines.
- 9 La nouvelle école devait être très différente de ses devancières. Au lieu de se limiter à la formation d'une poignée d'ingénieurs militaires et civils devant servir dans leurs corps respectifs, elle devait être totalement indépendante, tant des militaires que des Ponts et Chaussées. L'objectif était un plus haut niveau d'éducation des ingénieurs en général. Selon le rapport de Fourcroy, le pays avait besoin de cinq sortes d'ingénieurs : 1° des ingénieurs militaires, 2° des ingénieurs en Génie Civil, 3° des ingénieurs géographes, 4° des ingénieurs des mines et 5° des ingénieurs du Génie Maritime. Des écoles distinctes existaient pour les 3 premiers. Le secteur minier, de grande importance, avait été particulièrement mal servi par une petite école récente et simplement théorique. Pour la cartographie et la construction navale, les aspirants étaient formés par apprentissage après avoir absorbé le peu de formation théorique qu'ils pouvaient trouver dans des cours privés. À l'opposé, l'Ecole Centrale des Travaux publics donnerait un enseignement de 3 ans d'études techniques de haut niveau dont l'objet allait bien au-delà de l'amélioration des travaux publics. Elle devait élever les connaissances scientifiques en premier lieu chez ses élèves mais aussi plus largement en se donnant en exemple au système national d'éducation. Comme à l'Ecole Normale de l'an III, où l'inspiration était semblable, le corps enseignant rassemblait des scientifiques de premier plan. La théorie expliquerait l'expérience, la pratique

démontrerait la théorie et les professeurs joindraient l'enseignement à la recherche. Ils feraient avancer la pédagogie et le savoir en publiant leur cours et en communiquant leurs découvertes dans un journal, le *Journal de l'Ecole polytechnique*. Bien que Fourcroy n'en fasse pas état, l'institution serait dirigée comme le Muséum, par le corps enseignant réuni en conseil.⁷

- 10 Les promotions devaient être de quatre cents étudiants. C'était plus de 2 fois celles de l'Ecole des Ponts et Chaussées récemment augmentées et beaucoup plus que Mézières qui ne comptait qu'une vingtaine d'élèves à la fin de l'ancien régime. Ils devaient recevoir un traitement de 1.200 livres et seraient logés dans des familles de confiance proches de l'école car le Comité de Salut Public se souciait de leur santé morale dans la capitale. Contrairement à leurs semblables de l'Ecole Normale et de leurs prédécesseurs des cours révolutionnaires de l'An II qui étaient choisis par les autorités locales proportionnellement à la population de leur région, les candidats à l'Ecole Centrale des Travaux Publics âgés de 16 à 20 ans, devaient subir un concours national portant sur l'arithmétique, l'algèbre et la géométrie. Le concours aurait lieu à Paris et dans 21 villes de province. L'aspect original de cette organisation initiale n'était pas mentionné dans le rapport Fourcroy. La brochure détaillée, anonyme mais presque certainement rédigée par Monge, insistait sur les études en salle, les récitations, les problèmes, leçons de dessin, et le travail en laboratoire qui devaient occuper la plus grande part de la journée de l'étudiant. Ces exercices seraient accomplis en groupes (brigades) de 20 élèves. Les brigades seraient conduites par des chefs de brigade choisis parmi les meilleurs de la dernière année. Leur rôle était voisin de celui des « préfets » des pensionnats modernes, sauf qu'ils étaient choisis plus en fonction de leurs résultats scolaires que de leur mérite et aptitude à commander.⁸
- 11 Comme les étudiants-professeurs de l'ancienne Ecole des Ponts et Chaussées, le chef de brigade devait aider les élèves plus jeunes par leurs leçons et superviser les leçons, dessins et travaux de laboratoire. Parmi les premiers chefs de brigade, on trouve Biot et Malus. L'effet positif de cette organisation reposant sur la morale et un esprit d'école fut une particularité fondamentale de l'Ecole polytechnique dans ces premières années. Au lieu d'être un ensemble de jeunes gens uniquement liés par l'assistance à des cours disparates, les étudiants étaient membres d'un groupe académique mené par ses professeurs qui, eux-mêmes, se réunissaient pour gérer l'ensemble.
- 12 Le déroulement des études était le rêve de Monge de toujours. Il dessina le programme d'enseignement en forme d'arbre de savoir se développant horizontalement.⁹ La forme était encyclopédique, l'esprit, positiviste. Les deux branches principales sont les mathématiques et la physique. La première se divise en analyse et description des objets. L'analyse s'applique à la géométrie d'une part et à la mécanique d'autre part. Les objets qui peuvent être décrits sont de deux sortes : ceux qui peuvent l'être de façon précise et ceux qui ne le peuvent. Les premiers font l'objet de cours de stéréotomie, architecture et fortification (l'architecture comprenait la théorie et la pratique de constructions de toutes sortes : bâtiments mais aussi routes, ponts, canaux, ports et navires). Les derniers, les objets indéfinissables doivent être appréhendés par le « dessin », ou plutôt la science du dessin qui avait en ce temps-là une signification à la fois plus large et plus précise qu'aujourd'hui.
- 13 La physique, seconde branche principale, se divise moins simplement. Sa partie supérieure, la physique générale, est simplement l'étude des propriétés des corps, volume, chaleur, lumière, son, électricité et magnétisme. La branche inférieure,

physique particulière ou chimie, comprend trois parties selon la nature des substances à analyser.

- 14 Le programme devait prendre 3 ans, mais il était permis à ceux qui ne réussissaient pas de faire une quatrième année. Partout le guide était la géométrie descriptive. Monge le justifie ainsi :

La géométrie descriptive est la langue nécessaire et commune à l'homme de génie qui conçoit un projet, aux artistes qui doivent en diriger l'exécution, et aux ouvriers qui doivent l'exécuter. Cette langue, susceptible de précision, a encore l'avantage d'être un moyen de recherche la vérité et d'arriver à des résultats demandés et inconnus. Comme toutes les autres langues, elle ne peut devenir familière que par l'usage habituel ; ainsi, pendant les trois années que durera le cours d'instruction dans l'école centrale des travaux publics, les élèves la pratiqueront continuellement.¹⁰

- 15 Monge ne l'aurait pas dit en ces termes, mais, pour lui, la géométrie descriptive avait une qualité transcendante en ce qu'elle mettait en relation les facultés humaines avec la structure mathématique de la réalité. Dans son esprit, son champ d'action était bien plus étendu que ce que lui avait accordé l'Ecole Normale où elle n'était qu'une matière parmi d'autres. À l'école des travaux publics telle qu'il l'avait conçue, elle était au cœur de l'enseignement. Il consacre la moitié de sa brochure, 20 pages, à ce seul sujet.
- 16 Le plan prévoit 3 instructeurs pour la géométrie, 3 pour la chimie, un par matière pour l'analyse et la physique générale et un nombre indéterminé de professeurs de dessin. Les Mathématiques prennent 6 jours de chaque décade. Pour les 3 années, il y a une heure de géométrie descriptive à 8 heures, après quoi chaque brigade retourne dans sa salle d'études où les élèves travaillent individuellement sur des problèmes et exercices jusqu'à 14 heures. Sur 2 des 6 jours alloués aux mathématiques, chaque année a différents cours d'analyse de 17 à 20 heures. Les élèves de première année font de la géométrie analytique, ceux qui sont en deuxième année de la physique analytique et ceux de troisième année de l'hydrodynamique analytique. Ces cours consistent en une heure de cours suivie par 2 heures de problèmes. Les 2 années n'ayant pas cours d'analyse ont des leçons de dessin l'après-midi. 4 jours par décade sont consacrés à la chimie. La journée commence par un cours d'une heure suivie le reste de la journée par des travaux expérimentaux en laboratoire. La physique générale est vite expédiée. Une leçon de 2 heures le cinquième jour de la décade suffit pour ce qui n'est qu'une science descriptive. Il n'y avait pas de travail en laboratoire, les élèves ont le même cours pendant 3 ans de façon à bien fixé les définitions dans leurs têtes. Le reste de la journée était libre pour l'étude ou le repos. Le dixième jour était disponible pour la récréation et l'exercice. Ainsi sur les 74 heures d'études disponibles chaque décade, un étudiant en passerait 36 en géométrie descriptive, 12 en leçons de dessin, 12 en faisant de l'analyse (appliquée à la géométrie descriptive pour les première année) , 18 pour apprendre et pratiquer la chimie et 2 à écouter de la physique. La théorie occuperait les 12 heures en amphithéâtre par tous les élèves d'une même année. La pratique occuperait les 62 heures passées par les brigades en travaux pratiques et dessins. Trois ans après un polytechnicien bien formé était un homme complètement éduqué, prêt à toute carrière exigeant du talent et de la virtuosité technique.¹¹

Les débuts

- 17 Cet idéal était une projection à grande échelle de l'expérience de Monge à Mézières de la création d'un nouveau système d'éducation faisant table rase du passé. Il ne fut toutefois jamais complètement réalisé. Les exigences du moment et les convenances politiques demandaient une première promotion d'ingénieur en un an. À cette fin, les partisans de la nouvelle école prirent exemple sur les cours révolutionnaires de l'An II, comme avaient fait les organisateurs de l'Ecole Normale et de l'Ecole de Santé. L'Ecole Centrale des Travaux Publics commença avec 3 mois de cours révolutionnaires avant de démarrer son programme normal. Ils n'avaient retenu de leur modèle putatif que l'attrait politique du nom, la réputation des professeurs et le rythme accéléré. Les cours « révolutionnaires » (préliminaires) de l'Ecole Centrale, donnés à la totalité des élèves reçus, abordèrent tous les sujets du programme de 3 ans en 3 mois : ceux de première année le premier mois et ainsi de suite. La réduction se fit en ne donnant que les leçons magistrales et en remettant à plus tard le travail personnel et les travaux de laboratoire. Les examens subséquents avaient pour but de classer les élèves en 3 groupes qui entreprendraient alors une année scolaire normale. Le premier tiers suivrait les cours de troisième année et obtiendrait leur diplôme en un an. Le deuxième groupe devrait suivre le programme des années 2 et 3 en 2 ans. Le dernier groupe moins bien préparé devrait suivre le cycle complet de 3 ans. Le mot « polytechnique » apparaît pour la première fois dans le document imprimé « Programmes de l'enseignement polytechnique de l'Ecole Centrale des Travaux Publics ». ¹²
- 18 De nombreux personnages participèrent à la cérémonie d'ouverture le 21 décembre 1794. Elle comportait une envolée oratoire de Fourcroy sur la chimie et une leçon par Lagrange qui ne réapparut qu'à la fin des « cours révolutionnaires », 3 mois plus tard, presque en même temps que la disparition de l'Ecole Normale. Il y avait 272 élèves et près de 25 chefs de brigade temporaires qui avaient été sélectionnés auparavant parmi les candidats. Ces derniers étaient arrivés à Paris 6 semaines avant pour suivre une instruction intensive pour les préparer à leurs responsabilités d'assistants professeurs. ¹³ Eux et leurs successeurs choisis dans chaque promotion, se joindraient à un corps professoral éminent. Fourier, élève à l'Ecole Normale fut nommé instructeur en mai 1795. Aux cotés de Monge, de Lagrange et de Fourcroy, Hachette, Guyton de Morveau, Vauquelin, Berthollet, Chaptal, Pelletier, Prony et Baltard, parmi d'autres moins connus, ont fait partie du corps enseignant plus ou moins régulièrement pendant le Directoire.
- 19 Les « cours révolutionnaires » et la suite de la première année scolaire furent loin d'être un brillant départ. Monge tomba gravement malade et dut être remplacé plusieurs semaines. Une deuxième session d'examen porta le nombre d'étudiants à près des 400 autorisés mais les nouveaux venus se montrèrent irréguliers. L'hiver 1794-1795 fut extrêmement froid. Les boulangeries n'avaient plus de pain. Le Comité de Salut Public autorisa l'attribution de rations militaires aux étudiants, ce qui souleva le ressentiment des travailleurs, à l'école comme dans son voisinage. Les retards étaient chroniques. L'heure de début des cours fut retardée à 8h30 et même ainsi les premières classes du matin étaient peu fréquentées. Pas plus de 20 à 30 élèves se montraient en cours. La physique était la plus mal lotie. Le sujet était ennuyeux et Hassenfratz un professeur catastrophique que les étudiants huaient alors qu'ils applaudissaient Monge et Fourcroy. La discipline s'était relâchée. Pendant les nombreuses heures d'études, les

- étudiants parlaient, bavardaient, jouaient aux courses au lieu de revoir leurs notes, de résoudre les problèmes et de faire les constructions géométriques. Ils étaient nombreux à être enrhumés, à tousser et se moucher toute la journée. Au début, les laboratoires de chimie n'étaient pas prêts. Dans ceux qui avaient un minimum d'équipement, on se servait des fours pour rôtir des pommes de terre plutôt que pour chauffer des réactifs.
- 20 Les tentations de la grande ville étaient irrésistibles pour de nombreux étudiants. Errant dans les rues alors qu'ils auraient dû faire de la géométrie descriptive, certains participèrent à une quasi-guerre de gangs entre la jeunesse dorée des muscadins et les jacobins plébéiens. La plupart venaient de familles aisées et tendaient à se ranger du côté des premiers, au grand dam de leurs professeurs. D'autres engagements politiques étaient involontaires. Comme tous les hommes valides, les étudiants devaient servir dans la garde nationale, ce qui les faisait s'absenter périodiquement. La plupart furent mobilisés pour maîtriser le dernier soulèvement populaire du 1er prairial (20 mai 1795). Le corps professoral paya aussi son tribut à la politique. Du fait des événements de prairial, Monge, déjà absent les premières semaines de cours, fut forcé de se retirer quelques mois, ainsi que Hachette, de crainte que leurs sympathies jacobines bien connues ne les conduisent en prison comme Gilbert Romme qui finit par se suicider. Un mandat d'amener fut bien émis à l'encontre de Hassenfratz mais jamais exécuté. Par contre Fourier fut arrêté quelques jours après son arrivée et maintenu en prison plusieurs mois.
- 21 Les 3 mois de cours révolutionnaires accomplis, le programme normal commença le 24 mai 1795, 5 jours après le soulèvement de prairial. Lagrange donna sa première leçon à la cérémonie d'ouverture. Ce jour-là et par la suite son cours n'était accessible qu'à une poignée d'auditeurs. Il était impossible de réaliser le programme prévu dans les 5 mois restant d'année scolaire. Assaillie de difficultés et de critiques, l'école se battit de son mieux pour ne pas subir le même sort que l'Ecole Normale. Au nom du Comité de Salut Public, Prieur entreprit la réforme qui la transforma en Ecole polytechnique à partir du 1er septembre et la sauva aux dépens des idées sans doute un peu chimériques de Monge.
- 22 Le principe d'une formation technique générale fut abandonné. Abandonnée également l'idée de faire abstraction des besoins particuliers en ingénieurs des services civils et militaires. Par contre l'Ecole polytechnique devait recruter pour eux et dispenser une formation de base. Les écoles des services - l'Ecole des Ponts et Chaussées ressuscitée, l'Ecole du Génie et l'Ecole d'Artillerie (rassemblées à Metz en 1802), la petite école des Géographes (rattachée par Prony au cadastre) et les 3 écoles navales (Ecole des ingénieurs de vaisseaux, Ecole de navigation et Ecole de marine) - dorénavant appelées écoles d'application seraient remontées à un niveau supérieur et n'admettraient que des élèves de l'Ecole polytechnique.¹⁴ En un mot les relations seraient comparables à celle du système moderne américain des formations « undergraduate » vis-à-vis des « graduate ».
- 23 Fut également abandonné l'idéal de former des généralistes techniquement compétents alliant théorie et pratique. Les applications seraient désormais l'affaire des écoles supérieures (d'Application justement) alors que l'enseignement de l'Ecole polytechnique, avec laquelle elles étaient liées, deviendrait de plus en plus abstrait et théorique. Enfin on abandonna aussi toute idée d'un modèle de formation au niveau national pour les meilleurs et plus brillants. La séparation actuelle entre les « grandes écoles » et le système d'universités ouvertes à tous les diplômés de l'enseignement

secondaire vient de la réforme qui transforma l'Ecole des Travaux publics généraliste en une Ecole polytechnique analytique.

- 24 En dépit des évènements et de la confusion de la première année, l'Ecole Centrale des Travaux Publics débutante avait donné une orientation à un petit groupe d'étudiants dévoués dont Jean Baptiste Biot, Etienne Malus, Louis Poinso, Edmée Jomard, Jacques Chabrol de Volvic, Prosper Jollois et Michel-Ange Lancret. Les 3 premiers sont des noms éminents de la physique et des mathématiques. Les 4 derniers (comme on le verra) participèrent de façon cruciale à l'expédition de Bonaparte en Egypte.¹⁵ Sur le tard, Jomard se souvenait de la forte impression faite par Monge sur eux et leurs condisciples. Sans tableau noir, il montrait par son discours les propriétés des objets géométriques à trois dimensions, *leurs formes, leurs grandeurs, leurs inflexions, leurs pénétrations diverses ; Monge ne les faisait pas voir, seulement, avec la parole et le geste, il les faisait toucher, pour ainsi dire, par les doigts à ses auditeurs, tant il y avait d'harmonie entre les mots qui sortaient de sa bouche et les mouvements qu'il imprimait à ses mains, et jusqu'à l'attitude qu'il faisait prendre à toute sa personne. Alors quel feu dans ses yeux ! quel éclat dans sa voix ! quelle variété dans ses intonations ! Ses traits, un peu irréguliers, s'animaient jusqu'à changer sa physionomie. ... Quand il décrivait, de la parole, et dessinait, de ses mains, une surface de révolution, on la voyait ; une surface développable, on la développait avec lui ; une surface gauche ou toute autre surface à double courbure, il l'engendrait avec son geste éloquent de manière à la rendre palpable ; les abstractions prenaient un corps avec lui ; il avait l'art de rendre simples les choses les plus compliquées, et claires, les plus obscures, à force de les présenter sous plusieurs faces différentes.*¹⁶
- 25 Tel était l'enseignement qui atteignait bien plus d'élèves que le petit nombre que Monge avait formé ou avec qui il avait travaillé à Mézières – les Carnot, Meusnier, Lacroix, Hachette - et qui devait inspirer la première génération d'étudiants formés à l'Ecole polytechnique. Elle l'élevait au rang de guide protecteur sinon de saint patron.

L'école de Laplace

- 26 Les historiens ont opposé l'école imaginée et démarrée par Monge (l'Ecole de Monge) à l'Ecole de Laplace, forcée de l'analyse mathématique qu'elle devint bientôt.¹⁷ Il n'est pas douteux que Monge et Laplace avaient des personnalités, des opinions politiques et des goûts mathématiques très différents. L'un était généreux, chaleureux et enthousiaste, l'autre hautain, réservé et sévère. Il y a des raisons de croire que des sentiments innés d'hostilité se sont exprimés ouvertement. Mis à part leur personnalité, leurs relations respectives avec l'institution n'étaient pas comparables. Monge était moins concerné par les mathématiques que Laplace. Son enseignement se centrait sur la géométrie descriptive et la révélait mais n'inventait rien. Son intérêt se tourna aussi vers d'autres objets : chimie, physique, technologie, l'art de la guerre, politique et éducation. Sous peu il devait se placer en orbite autour de l'étoile montante, Napoléon.
- 27 Monge inspira l'Ecole polytechnique. Il ne la géra pas. Il n'y resta même pas. Absent pour cause de maladie ou de prudence politique pour une grande part de la première année scolaire, il ne finit pas non plus la deuxième année 1795-1796. Pendant celle-ci, il partit avec Bonaparte pour la première campagne d'Italie en mai 1796, retourna brièvement à Paris en octobre 1798 et fut à nouveau absent jusqu'en octobre 1799, d'abord à Rome puis en Egypte. À son retour, il reprit ses cours mais se consacra

essentiellement à la géométrie analytique, laissant pour l'essentiel la descriptive à Hachette. Le cours fut enfin réduit en 1800. Monge pris sa retraite en 1809. L'année suivante la géométrie descriptive désormais jointe à la théorie des machines n'avait plus que 85 heures contre 137 à l'analyse.¹⁸

- 28 À la différence de Monge, Laplace intervint dans les affaires de l'Ecole polytechnique presque comme un *deus ex machina* et non par décision personnelle. Il était resté en semi retraite près de Melun pendant les mois de sa gestation. Il n'était pas intervenu dans sa fondation ni dans la définition de son programme original et n'y enseigna jamais. Sa contribution initiale vient de l'extérieur. Il participa brièvement au jury spécifique présidé par Vandermonde qui examina les candidats qui devaient compléter la première promotion de l'Ecole Centrale des Travaux Publics au concours supplémentaire de novembre 1794. Laplace avait été privé de son poste d'examineur des élèves-officiers de l'école d'artillerie – source importante de revenus – peu après la dissolution de l'Académie des Sciences en août 1793. Le 23 juillet 1795, le Comité de Salut public de thermidor lui rendit son poste en constatant qu'il n'aurait jamais dû en être privé. C'est ainsi qu'au début de l'année scolaire 1795-96 quand les écoles d'application furent subordonnées à l'Ecole polytechnique, Laplace se retrouva ipso facto examinateur des polytechniciens candidats à l'admission à l'école d'artillerie. De plus, lui-même et Bossut qui avait été aussi rétabli comme examinateur des élèves officiers du Corps des Ingénieurs, furent examinateurs au concours de l'Ecole polytechnique même. Participant aux sélections à l'entrée et à la sortie, Laplace assisté de Bossut était en position de chien de garde sur l'ensemble du cursus.
- 29 À la fin de la première année, Laplace ne fut pas satisfait des méthodes et des résultats. Dans une lettre au Directeur en décembre 1796 il fait des recommandations tant pour l'admission que pour le programme d'études.¹⁹ Plutôt que de se fier à des examinateurs régionaux qui utilisaient des critères personnels, la procédure de sélection devait être centralisée. Seul un jury unique siégeant dans les locaux de l'école avait les moyens de classer les candidats de l'ensemble de la nation selon des critères uniformes. En amont, les enseignants ne devaient plus se référer aux manuels classiques de Bézout et Bossut. On devait leur fournir un programme d'un enseignement spécifique. Plutôt que de juger la formation générale des jeunes gens, les examinateurs pourraient alors se montrer exigeants sur les matières imposées.
- 30 Examineur des polytechniciens qui avaient en principe terminé leur formation, Laplace n'en avait jugé que très peu dignes d'être qualifiés pour leurs services respectifs. Son diagnostic s'accordait avec l'expérience de Prony dont les étudiants en analyse mécanique étaient si mal préparés qu'il devait leur enseigner le calcul élémentaire. En conséquence Laplace estimait indispensable que le temps consacré au calcul et à la mécanique analytique soit augmenté. L'esprit de ce conseil n'était pas élitiste. Il admettait que, dans une école de fonctionnaires, il était plus important de faire atteindre à la majorité des étudiants un niveau raisonnable bien plus que d'élever le niveau général à celui d'une petite élite, tout en donnant à chacun la possibilité de perfectionner ses talents. Le développement ultérieur de leurs disciplines dépendait d'eux.
- 31 Les critiques et recommandations de Laplace furent mal reçues par les intéressés. La plupart des étudiants n'aimaient pas les mathématiques avancées et abstraites et renâclaient à être soumis à des niveaux plus élevés. Des membres de la direction, amis de Monge, absent, et en accord avec ses idées, ont vu en Laplace une menace pour

l'Ecole polytechnique, à une époque où son existence même était en jeu. Les directeurs des écoles d'application, particulièrement de l'artillerie, qui avaient besoin rapidement de jeunes officiers se plaignaient de ce passage préalable par l'Ecole polytechnique. Au combat, le calcul n'était d'aucune utilité au chef d'une batterie pour placer ses canons. Les politiciens, à part Carnot et, peut être, Prieur, pouvaient difficilement comprendre les problèmes. Cependant, le poids du poste d'examineur était tel, que l'avis de Laplace l'emporta. 2 ans après, un examen d'entrée unique eut lieu à Paris. En 1796-97 les étudiants, bon gré, mal gré, passèrent presque un tiers de leur temps en calcul et en mécanique analytique, plus de 3 fois ce que Monge avait accordé à l'analyse.

- 32 À la rentrée 1799/1800, Laplace dispose non seulement de l'influence mais de l'autorité directe. En tant qu'examineur du Corps Royal d'artillerie, en 1785, Laplace avait fait passer avec succès l'examen à un jeune corse de 16 ans : Napoléon Buonaparte. Juste après le coup d'état du 18 brumaire (9 novembre 1799), Bonaparte, premier Consul, nomma son ancien examineur, devenu maintenant son collègue à l'Institut, ministre de l'Intérieur. Le séjour de Laplace au gouvernement fut beaucoup plus court que celui de Monge : 6 semaines contre 8 mois. Napoléon à St Hélène dit de lui qu'il portait l'esprit des `infiniment petits jusque dans l'administration. Il n'y a pas de raison de penser que Napoléon préférait Laplace à Monge pour des raisons personnelles ou en raison de leurs programmes respectifs en mathématique. Il les admirait tous les deux mais pour des raisons différentes. Le bref passage de Laplace au ministère lui permit de modifier de façon fondamentale le régime de l'Ecole polytechnique. Dirigée académiquement par un conseil composé des professeurs, elle avait été administrée de façon incohérente par une série de directeurs dont aucun n'était resté plus d'un an. Lamblardie était retourné à l'Ecole des Ponts et Chaussées en 1795 où il fut remplacé par Prony en 1798 pour y rester 40 ans. Monge tint le poste de directeur quelques semaines en 1799/98 et quelques mois en 1799-1800. Guyton de Morveau fut directeur quelques mois en 1798.
- 33 Aucun corps législatif n'étant là pour débattre et retarder les réformes proposées comme cela s'était produit régulièrement sous le Directoire, Laplace put imposer une réorganisation complète en décembre 1799. Le Conseil d'instruction composé des professeurs poursuivait l'organisation hebdomadaire de l'enseignement. Un nouvel organisme exerçant la plus haute autorité et répondant directement au ministre aurait une fonction semblable à celle d'un conseil de gestion universitaire moderne. Ce Conseil de Perfectionnement incluait au départ 2 examinateurs de mathématique (analyse), 2 examinateurs en tout pour la géométrie, la chimie et la physique, 3 membres de l'Institut, 4 représentants élus par les professeurs et des représentants des diverses écoles participant à la sélection des candidats issus de l'Ecole polytechnique.²⁰ Les promotions qui avaient été réduites à 250 sous le Directoire furent portées à 300. Le programme fut réduit à 2 ans pour la préparation aux écoles d'application. Les élèves qui ne se jugeraient pas prêts à présenter l'examen d'admission à une école d'application seraient renvoyés. Ceux qui essaieraient et échoueraient pourraient redoubler. Non encore militarisés, les élèves seraient astreints à porter un uniforme et recevraient une solde de sergent d'artillerie.²¹
- 34 Quelques semaines auparavant Lagrange avait abandonné son enseignement. Il avait compris qu'un large public d'étudiants avait besoin d'un accès plus simple à l'analyse qu'un cours à son plus haut degré d'avancement. Lacroix, son remplaçant, était un excellent professeur. Laplace, bien sur, démissionna de sa charge d'examineur quand

il devint ministre de l'Intérieur. Legendre fut nommé à sa place. Si l'on voulait évaluer les mathématiciens comme les étudiants, les 3 meilleurs de leur temps étaient Lagrange, Laplace et Legendre dans cet ordre. En quittant le Ministère pour céder la place à Lucien Bonaparte, Laplace garda une forte influence sur l'organisation de l'Ecole polytechnique à partir de sa fonction au Conseil de Perfectionnement. La géométrie descriptive regroupée avec les « machines » et sortie de la rubrique mathématiques, poursuivit son déclin au profit de l'analyse.²² Simultanément, la chimie déclina en dépit du prestige et de l'influence de Fourcroy, Guyton de Morveau et Berthollet, tous trois membres du corps enseignant et, ce, bien que ce dernier ait été proche de Napoléon et de Monge et plus proche de Laplace personnellement que tout autre collègue.²³

Le concours

- 35 La raison directe venait du système de recrutement dont les effets ont dépassé les motifs qui l'ont inspiré. L'objectif était simple et méritocratique. Il devait sélectionner les meilleurs élèves en fonction de leurs capacités seulement, tant pour l'entrée à l'Ecole polytechnique que pour leur admission en école d'application. Ce qui dépassa et peut-être déforma ces objectifs fut les moyens choisis pour l'obtenir. L'objectif de Laplace et ses collègues n'étaient pas de donner plus d'importance à l'analyse au détriment des autres matières, ni de favoriser des jeunes gens issus des milieux fortunés. Bien au contraire : c'était simplement que, contrairement à l'intelligence, aux dons littéraires et la culture, les capacités mathématiques pouvaient être mesurées et comparées exactement. C'était sans doute le cas autrefois pour le Latin, mais l'enseignement classique avait tellement déperî pendant la Révolution qu'il avait été supprimé de l'examen d'entrée de 1800.²⁴ Les mêmes raisons conduiront à l'abandon de la chimie et de la physique à l'examen de sortie en 1810.
- 36 En conséquence les étudiants qui préparaient l'examen d'entrée et celui de sortie concentraient leurs efforts sur les mathématiques et négligeaient les autres matières. Les examens devinrent plus importants que les cours. Leur position était le reflet fidèle de la structure de l'institution, dans laquelle les enseignants et les examinateurs étaient différents de façon à assurer leur objectivité et, cependant, d'importance égale dans l'organisation du système. Ils avaient le même salaire et une représentation équivalente au Conseil de Perfectionnement. Enfin, une disposition de plus assurait la prééminence des mathématiques : ses 2 examinateurs étant désignés de façon permanente alors que ceux des autres matières moins importantes étaient nommés pour un an.
- 37 L'expérience de l'enseignement a montré aux Etats-Unis et ailleurs que l'exigence d'examens strictement objectifs peut avoir des conséquences inattendues. Il n'a jamais été dans les objectifs de Laplace et ses collègues de permettre le recrutement dans les familles aisées d'une élite technocratique qui dominerait pour une part importante l'administration de l'Etat pour les 2 siècles suivants. Ou, pour avancer une autre comparaison plus ou moins historique, Confucius n'a jamais conçu sa philosophie pour permettre à un examinateur de choisir les administrateurs de l'Empire chinois. Les professeurs d'Oxford (les « dons ») n'enseignaient pas les lettres classiques, ni ceux de Cambridge les mathématiques pour sélectionner les cadres dans la classe dirigeante qui régna sur l'Inde et ailleurs. C'est pourtant ce qui arriva avec la « Classical Honours School » d'Oxford et les « Mathematics Tripos » de Cambridge²⁵, alors qu'aucun de ces enseignements n'avait la moindre relation avec les responsabilités futures des mieux

classés. Ce qui était important fonctionnellement était le rôle et la méthode d'examen et non son contenu. Il était essentiel, cependant, que la matière choisie soit si précise que la légitimité du classement ne puisse être mise en cause et que la justice et l'objectivité de la compétition soit reconnue à la fois par les candidats et l'opinion publique.

- 38 Les mathématiques remplissaient ces objectifs en France. Mais pourquoi choisir l'analyse au lieu de la géométrie descriptive ? Son expansion dans le programme de l'Ecole polytechnique, progressive avant 1802, devint alors une politique délibérée. Le rapport du Conseil de Perfectionnement pour 1806 note que l'enseignement de la statique jusqu'alors basé sur la synthèse devait prendre la forme analytique. Sans référence à la conception originale de Monge, le rapport de 1808-1809 la contredit en disant que l'analyse mathématique appliquée à la géométrie, la mécanique et plusieurs branches de la physique est la base de l'enseignement.²⁶
- 39 Pour comprendre les raisons de ce changement il faut aller au-delà des rivalités personnelles. En effet, le passage à l'analyse répondait à une demande négative. En dehors des cours d'analyse mécanique de Lacroix de 1799 à 1808 et de Prony, l'analyse était mal enseignée. Pour commencer, Lagrange était hors de la portée de la plupart des élèves. Ampère et Cauchy étaient des esprits brillants. Le premier fut mauvais professeur de 1816 à 1828 ; quand il s'en aperçut, il démissionna. Le second fut un désastre pédagogique de 1816 à 1830, année où il partit en exil avec le roi.²⁷ La majorité des étudiants détestaient la matière et regrettaient le temps passé et la pression qu'elle leur appliquait. Leurs futurs employeurs n'étaient pas plus enthousiastes. Dès 1809 le commandant de l'Ecole d'artillerie et du Génie de Metz jugeait que les élèves issus de l'Ecole polytechnique étaient mal préparés aux exercices pratiques et oubliaient rapidement les cours abstraits qu'ils avaient subis. Le Conseil de Perfectionnement nomma une commission présidée par Malus pour analyser ces critiques. Elle les trouva justifiées dans une large mesure et recommanda des changements qui ne furent jamais exécutés.²⁸ Mais ce fut dans les années 1820, alors que la créativité de Cauchy en mathématiques et d'Ampère en électrodynamique étaient à leur sommet que les plaintes de tous cotés atteignirent elles aussi des sommets, une fois de plus sans résultat.
- 40 De fait, quelles compétences utilisait un jeune ingénieur à l'aube du XIXe siècle ? On peut se référer à l'exploit spectaculaire de la vingtaine²⁹ de diplômés de l'Ecole polytechnique qui accompagnèrent Bonaparte en Egypte : on veut parler des planches magnifiques de la *Description d'Egypte*. Le rendu de la lumière et des ombres, le traitement des plans et des vues en élévation des temples, sculptures et monuments, du sol et du ciel, des cartes, tout cela ne fut pas fait par des artistes mais par des ingénieurs. La réalisation de ce travail splendide témoigne de la qualité de leur formation en dessin, stéréotomie et perspective, c'est-à-dire en géométrie descriptive.
- 41 Plus généralement, pour appliquer les lois de la statique et de la dynamique, de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique à la construction de routes, ponts, canaux, bâtiments, fortification et ports, le programme original de l'Ecole Centrale des Travaux Publics était exactement ce qu'il fallait. En pratique, les ingénieurs n'avaient pas besoin de la partie analytique de la *Mécanique philosophique* de Prony de 1799. En 1817, quand C.L. Navier, X 1803, un ingénieur éminent du Corps des Ponts et Chaussées, publia une nouvelle édition du manuel de construction de Bélidor vieux d'un siècle, *La science de l'ingénieur*, il relégua les raisonnements analytiques qu'il donnait à des notes en bas de

page.³⁰ Il est bon de rappeler que le premier pont suspendu au monde, sur le Rhône à Tournon, fut construit en 1824-25 par un ingénieur autodidacte, Marc Seguin, qui était totalement ignorant en analyse mathématique. Quand il soumit ses plans au Conseil Général des Ponts et Chaussées pour approbation et autorisation, Navier recommanda de le refuser. Par une ironie du sort, le pont des Invalides, conçu par le même Navier, s'effondra lors d'une crue due à la rupture d'un égout.³¹ Il n'y a pas de raisons de penser que les ouvrages construits en France par des polytechniciens au début du 19^e siècle étaient plus avancés que ceux construits en Grande-Bretagne par des ingénieurs sortis de Woolwich ou des ingénieurs autodidactes qui avaient appris le métier sur le tas. Des témoins contemporains tels que Charles Dupin (X 1801) pensaient que, dans l'ensemble, ce n'était pas le cas.³²

Analyse contre Géométrie descriptive

- 42 Qu'est-ce qui, en l'absence d'application pratique ou de besoin, a pu conduire au remplacement de la géométrie et matières connexes par l'analyse dans le programme de l'Ecole polytechnique ? On retrouve la même cause à l'Ecole Normale et à l'Ecole de Santé : c'était l'idée que des scientifiques de premier plan devaient faire l'enseignement. Fourcy cite l'auteur d'un mémoire de 1797 qui rappelle au lecteur que l'Ecole polytechnique, créée à une époque où toutes les institutions scientifiques et d'enseignement avaient été supprimées, devait non seulement fournir des ingénieurs mais aussi être un conservatoire destiné à conserver l'enseignement des arts et des sciences.³³ Ceci ne fut jamais oublié. Le rapport de 1816 du Conseil de Perfectionnement dit qu'en dehors de la préparation aux Corps de l'Etat qui reste sa première mission, la méthode d'enseignement « sert aussi à développer les facultés des sujets qu'un goût particulier et des dispositions rares appellent à l'étude approfondie des sciences ».
- ³⁴Dans ce but, on exige des professeurs qu'ils actualisent leurs cours et abandonnent les manuels dépassés de Bézout et Bossut. Le *Journal de l'Ecole polytechnique* était devenu la plus prestigieuse revue des mathématiques et de science pure. Les élèves et anciens élèves n'étaient pas oubliés et étaient encouragés à publier leurs recherches et mémoires dans la *Correspondance de l'Ecole polytechnique*, moins exigeante, créée par Hachette.
- 43 En fin de compte, et c'est peut-être l'essentiel, la question n'était pas la rivalité entre des genres de mathématiques. Les rôles de l'analyse et de la géométrie descriptive dans l'évolution des mathématiques n'étaient pas symétriques. La géométrie descriptive relevait de la synthèse, dont l'époque était passée. Sa renaissance était due au génie spécifique de Monge et non à un puissant courant émergeant des profondeurs du développement des mathématiques. Que « géomètre » ait signifié « mathématicien » jusqu'au XIX^e siècle était un anachronisme lexical. Chasles, lui-même, tire des classiques ses *Développements des méthodes en géométrie* (1837). L'argument de Monge en faveur de la valeur éducative de sa matière favorite et de son utilité pour la construction en pierre de taille et la théorie des machines est plus convaincant que ses arrières pensées sur son utilité dans la découverte du vrai.
- 44 Même les parcours de carrières et les personnalités des géomètres et des analystes étaient différents. Parmi les successeurs de Monge à l'Ecole polytechnique, Hachette était un cheval de trait fidèle et Leroy qui enseigna la matière après 1815, quand Hachette fut démis pour jacobinisme, était falot. Comme Monge lui-même, ses héritiers

scientifiques, bien que pratiquant effectivement la géométrie, s'intéressèrent également à toute une palette de sujets. Meusnier fit des expériences de chimie, contribua à l'aérostatique et mourut soldat. Carnot organisa la victoire. Lancret dirigea la *Description d'Égypte*. Poncelet fit une carrière militaire, devint général et contribua à la théorie des machines. Dupin fit de la politique ainsi qu'Arago. C'étaient des hommes ouverts, des « esprits positifs » dans le vocabulaire de leur temps. Ils ne se contentaient pas d'appliquer la géométrie, ils s'impliquaient dans des actions plus larges.

- 45 Ceux qui étaient plus attirés par l'analyse étaient plus concentrés. Lagrange, Laplace, Legendre, Sophie Germain, Ampère, Cauchy, Poisson étaient des hommes d'études actifs mais n'étaient pas des hommes d'action. Plutôt que d'appliquer leurs mathématiques à la construction et à la technologie, ils déduisaient leurs mathématiques de l'analyse du comportement physique des objets et des forces. Ainsi Fourier – toutefois administrateur actif en tant que préfet de l'Isère – inventa la branche de l'analyse qui immortalisa son nom à partir de l'étude de la transmission de la chaleur. Les arguments pour l'analyse sont différents de ceux pour la géométrie. Dans la préface de son cours, Lacroix écrit : « La culture des sciences (mathématiques) se présente sous deux points de vue qu'il faut bien distinguer : tantôt elle n'est qu'un moyen d'exercer l'esprit, de développer les facultés intellectuelles, et de rendre propre à la méditation et à la discussion ; quelquefois aussi, mais par malheur beaucoup plus rarement qu'on ne le croit en général, elle fournit des préceptes et des résultats immédiatement applicables aux usages de la vie, aux besoins de la société. »³⁵
- 46 De même le Directeur des Etudes de l'Ecole polytechnique observe « qu'en effet, les théories élevées quoiqu'elles trouvent rarement une application efficace dans les services publics n'en sont pas moins un objet d'études du plus haut degré d'utilité en ce qu'elles exercent l'intelligence des élèves et donnent en quelque sorte la mesure de leurs capacités. »³⁶
- 47 Non seulement l'analyse pure domina le programme, mais les cours de géométrie analytique et de mécanique analytique devinrent de plus en plus abstraits. En dehors de la théorie des machines, développée par Cauchy, Coriolis et Poncelet, les autres matières traitées initialement en tant qu'application de la géométrie descriptive, comme le dessin, la stéréotomie, la théorie des ombres et de la perspective, furent réduites et finirent par disparaître. Nous avons affaire ici, semble-t-il, à un exemple de ce qui est sans doute une tendance générale de l'histoire de la science : la progression inéluctable de la mathématisation. La chimie aux yeux de Lavoisier, la physique pour Laplace, l'économie et même l'historiographie de nos jours, la représentation du monde entier aux 17 et 18e siècles, tout a tendu à s'exprimer autant que possible en langage mathématique, ou au moins donner l'apparence d'une quantification. Le remplacement de la géométrie descriptive par l'analyse à l'Ecole polytechnique ne fut rien d'autre qu'un cas particulier de l'effet de ce mouvement à l'intérieur des mathématiques elles-mêmes. Ce mouvement conduit à terme vers l'abstraction, la rigueur et la généralité. Ceci ne répond pas à des pressions extérieures, sociologiques ou politiques mais à la « force des choses », une dynamique plus puissante que ce que le terme anglais, « the force of things », suggère trop faiblement.
- 48 À l'Ecole polytechnique, les mathématiques servaient à inculquer une discipline intellectuelle en même temps qu'une habileté dans le calcul. C'est pourquoi Dupin s'opposait à l'introduction de la littérature et des beaux-arts dans le programme. Il était le premier, disait-il, à admirer la culture en elle-même. Mais il craignait que de tels

enseignements ne séduisent les élèves et sapent la vigueur intellectuelle des élèves.³⁷ Quelle que fut leur force intellectuelle, un effet psychologique inattendu se produisit effectivement. Réussir un tel examen, passer un tel obstacle, renforçait le sentiment d'épreuve initiatique donnant accès à une élite supérieure. Comme un timide « freshman » américain soumis aux brimades d'une association et un timide « Burschenschaftler » prussien exhibant les cicatrices d'un duel, le polytechnicien non-mathématicien au départ mais qui, néanmoins, a survécu à l'épreuve de l'analyse rejoignait la tradition « X » après avoir démontré sa détermination.

Intervention de Napoléon

- 49 Un second élément de discipline vint renforcer les mathématiques dans la ritualisation de l'expérience polytechnicienne. En 1804 Napoléon enrégimenta l'Ecole polytechnique. Poussé par son appréciation favorable de la contribution des polytechniciens à l'expédition d'Egypte et son admiration pour Monge d'un côté et Laplace de l'autre, il avait depuis longtemps gardé un profond intérêt pour cette école. La discipline laissait beaucoup à désirer et pas seulement à ses yeux. L'assistance aux cours était inégale. Le comportement des élèves en public et, particulièrement, au théâtre était souvent chahuteur.³⁸ Leurs logements étant dispersés dans la ville, ils étaient livrés à eux-mêmes en dehors des classes. Les instincts politiques de la jeunesse les conduisaient à se soulever contre l'autorité quelle que fût la nature du gouvernement. Certains avaient pris part au soulèvement royaliste contre la Convention dont la dispersion par Bonaparte le 13 vendémiaire (5 octobre 1795) commença à faire connaître celui-ci. Dans ce contexte, et Napoléon anticipant les besoins de son armée, un des tout premiers décrets de l'empereur du 16 juillet 1804 plaça l'école sous autorité militaire, avec nombre de modifications.³⁹
- 50 Un général, Gérard Lacuée, pris le commandement comme gouverneur, secondé pour l'enseignement par un officier supérieur, S. Gayvernon qui enseignait les Fortifications comme directeur de l'enseignement.⁴⁰ Désormais les élèves formaient un bataillon de 4 compagnies. Un commandant de bataillon, 2 capitaines, 4 lieutenants et un intendant devaient faire respecter la discipline et superviser l'entraînement militaire qui ne devait cependant pas empiéter sur les heures d'études. Dorénavant les élèves devaient vivre en dortoirs et manger dans des réfectoires. Ils avaient porté un uniforme dès la création de l'école, mais ils seraient désormais habillés dans le style de l'infanterie. De ce décret viennent l'épée et le bicorne⁴¹ qui vint renforcer l'esprit de corps venant de vivre, marcher et mûrir ensemble à une période de formation de leur vie. Plus d'absences inexcusées, plus de traînants, les élèves allaient et reviendraient de classes et iraient de l'une à l'autre par compagnie précédée d'un tambour sous le commandement d'un officier.
- 51 Il fallut un an pour préparer le Collège de Navarre à accueillir l'école. C'est seulement en 1805 que l'école déménagea de l'hôtel de Lassay jouxtant le Palais Bourbon, siège de la chambre basse, aux locaux qu'elle occupa jusqu'en 1976. La séparation fut un soulagement à la fois pour les élèves qui craignaient le regard critique des députés et pour les députés qui en avaient assez des étudiants bruyants. Aucun changement de programme n'était envisagé. Un changement de régime de l'école fut pourtant mis en œuvre en 1805. Les élèves ne recevraient plus désormais leur modeste salaire et devraient payer désormais des frais de 800 francs par an. Au lieu d'une école

choisissant ses élèves sur la seule base du mérite, elle devint une école sélectionnant ses élèves parmi les meilleurs dont les parents pouvaient payer les frais de scolarité. La guerre était coûteuse, écrivit Napoléon au Gouverneur pour expliquer le décret en préparation et il devait réduire les dépenses. D'autres considérations justifiaient ce changement aux yeux de l'empereur : « Il est dangereux de donner trop de connaissances mathématiques aux personnes de condition modeste ». ⁴² De là vient l'origine sociale des polytechniciens du XIXe siècle. Une provision pour 25 bourses ne modifia pas fondamentalement la situation en dépit de la générosité de Monge qui abandonna son salaire pour l'augmenter. « Le berceau des sciences, commenta Charles Dupin, fut tout à coup transformé en caserne mercenaire d'apprentis prétoriens. » ⁴³

- 52 La militarisation n'exclut ni n'affecta pas beaucoup la petite minorité de la première génération de diplômés qui travailla à la mathématisation de la physique. Voici une courte liste de ces physiciens mathématiciens d'avant garde :
- Fourier sur la théorie de la chaleur,
 - Sadi Carnot et Clapeyron sur la fondation de la thermodynamique,
 - Biot sur la polarisation chromatique de la lumière,
 - Malus sur la polarisation réfléctive et la double réfraction de la lumière,
 - Fresnel sur les interférences et la théorie ondulatoire de la lumière,
 - Cauchy sur les fondations du calcul et les propriétés d'un éther élastique,
 - Ampère en électrodynamique,
 - Coriolis sur travail et énergie.
- 53 Dans une seule discipline, l'acoustique, avec la théorie des surfaces élastiques, la contribution importante, vient de quelqu'un qui n'était ni élève, ni enseignant ou les deux de l'Ecole polytechnique : Sophie Germain.
- 54 Nulle part ailleurs dans l'histoire des sciences, on ne peut voir la source d'une avancée aussi importante et un tel foisonnement de progrès se localiser dans une seule institution.

BIBLIOGRAPHIE

Aguillon, Louis. 1889. *L'Ecole des mines de Paris. Notice historique*, Paris, Vve Dunod, 1889.

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*, n° 42 (mai 1989), 13-53.

Belhoste, Bruno, Francine Masson et Antoine Picon (éd.). 1994. *Le Paris des polytechniciens : les ingénieurs dans la ville, 1794-1994*, Paris, Dunod, 1994.

Belhoste, Bruno, Amy Dahan Dalmedico et Antoine Picon (éd.). 1994. *La formation polytechnicienne 1794-1994*, Paris, Dunod, 1994.

Berthaut, H.-M.-A. 1902. *Les ingénieurs-géographes militaires, 1624-1831 : Etude historique*. Paris : Service géographique de l'Armée, 1902, 2 vol.

- Bradley, Margaret. 1975. « Scientific Education versus Military Training : The influence of Napoleon Bonaparte on the *Ecole Polytechnique* », *Annals of Science*, 32 (1975), 415-449.
- 1976. « Scientific Education for a New Society : The *Ecole Polytechnique*, 1795-1830 », *History of Education*, 5 (1976), 11-24.
- Bret, Patrice. 1991. « Le Dépôt général de la Guerre et la formation scientifique des ingénieurs-géographes militaires en France (1789-1830) », *Annals of Science*, 48 :2 (1991), 113-157
- Chatzis, Konstantinos. 1994. « Mécanique rationnelle et mécanique des machines », in Belhoste, Dahan Dalmedico, et Picon, *La formation polytechnicienne, 1794-1994*. Paris : Dunod, 1994, pp. 95-108.
- Dhombres, Jean (éd.). 1992. *L'Ecole normale de l'an III. Leçons de mathématiques*. Paris : Dunod, 1992.
- Dupin, Charles. 1819. *Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge*, Paris, 1819.
- Dupont, Jean-Yves. 2000. « Le cours de machines de l'Ecole polytechnique, de sa création jusqu'en 1850 », *SABIX* n° 25 (2000).
- Ecole Polytechnique, Livre du Centenaire*. Paris, 3 vol. 1894.
- Fourcy, Ambroise. 1828. *Histoire de l'Ecole polytechnique*. Paris : chez l'auteur, 1828. Un reprint de 1987 comprend une excellente introduction de J. Dhombres (Paris : Belin, 1987).
- Gilain, Christian. 1989. « Cauchy et le cours d'analyse à l'Ecole polytechnique », *SABIX*, n° 5 (juillet 1989).
- Gillispie, Charles C. 1983. *The Montgolfier Brothers and the Invention of Aviation*. Princeton, Princeton University Press, 1983.
- 1994. « Un enseignement hégémonique : les mathématiques », in Belhoste, Dahan Dalmedico, et Picon, *La formation polytechnicienne, 1794-1994*. Paris : Dunod, 1994, pp. 31-43.
- Grattan-Guinness, Ivor. 1990. *Convolutions in French Mathematics, 1800-1840*. Basel : Birkhäuser/ Berlin : Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1990, 3 vol.
- Jomard, Edme-François. 1853. *Souvenirs sur Gaspard Monge et ses rapports avec Napoléon*. Paris, impr. Thunot, 1853.
- Langins, Janis. 1980. « Sur la première organisation de l'Ecole polytechnique », *Revue d'Histoire des Sciences*, 33 (1980), 289-313.
- 1981. « The decline of chemistry at the *Ecole polytechnique* », *Ambix*, 28 (1981), 1-19.
- 1987a. *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*. Paris : Belin, 1987.
- 1987b. « Sur l'enseignement et les examens à l'Ecole polytechnique sous le Directoire, à propos d'une lettre inédite de Laplace », *Revue d'Histoire des Sciences*, 40 (1987), 145-177.
- Leverrier, U.-J.-J., 1850. *Rapport sur l'enseignement de l'Ecole polytechnique adressé à M. le Ministre de la guerre*.
- Paul, M. 1980. *Gaspard Monges « Géométrie descriptive » und die Ecole Polytechnique*. Bielefeld : Institut für die Didaktik der Mathematik, 1980.
- Picon, Antoine. 1992. *L'invention de l'ingénieur moderne. L'Ecole des Ponts et chaussées, 1747-1851*. Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 1992.
- Sakarovitch, Joël. 1994. « La géométrie descriptive, une reine déchue », in Belhoste, Dahan Dalmedico, et Picon, *La formation polytechnicienne, 1794-1994*. Paris : Dunod, 1994, pp. 77-93.

Shinn, Terry. 1980. *Savoir scientifique et pouvoir social, 1794-1914*. L'Ecole Polytechnique, Paris, Presses de la fondation nationale des sciences politiques, 1980.

Smeaton William Arthur. 1954. « The early history of laboratory instruction in Chemistry at the École polytechnique, Paris, and elsewhere », *Annals of Science*, 10 (1954), 224-233.

NOTES

1. Texte traduit par Charles-Henri Pin, trésorier de la SABIX, avec les remarques pertinentes d'Emmanuel Grison, président d'honneur de la SABIX. NdT : Les textes en français cités par l'auteur ont été repris des documents originaux aimablement communiqués par le CRH de la bibliothèque (Mme Marie-Christine Thooris). Les références bibliographiques abrégées dans les notes sont précisées à la suite de l'article.
2. L'histoire des premières années de l'Ecole polytechnique a été étudiée très complètement en commençant par le contemporain Fourcy (1828) republié en 1987 avec une notice critique et une excellente introduction par Jean Dhombres. Leverrier (1850) a donné une analyse d'ensemble éclairante. École polytechnique, Livre du centenaire (3 vol., 1894) contient une histoire de l'enseignement et une biographie d'anciens élèves. Shinn (1980) donne une histoire sociale des polytechniciens. Belhoste, Masson et Picon, (ed. 1994) est largement illustré de polytechniciens à Paris. Belhoste, Dahan Dalmenico et Picon (ed. 1994) contient les comptes-rendus du symposium du bicentenaire. Nombre d'articles, cités ici, ont été publiés dans le Bulletin de la SABIX. Les archives de l'école sont bien organisées et admirablement conservées à la bibliothèque de l'école à Palaiseau.
3. Picon (1992), pp. 259-261.
4. Belhoste (1989) supplante les récits antérieurs de la conversion de l'Ecole des Ponts et Chaussées en Ecole Nationale des Travaux Publics.
5. Publié par Taton dans Dhombres (1992), pp. 574-582.
6. Pour l'histoire législative, voir Langins (1980).
7. Extrait des 2 registres des procès-verbaux des réunions du Conseil de l'Ecole polytechnique, an III – an VII (1795-1799) transcrits par E.L. Dooley et publiés dans SABIX N° 12 (Novembre 1994).
8. *Développemens sur l'enseignement adopté pour l'école Centrale des Travaux Publics publiés par ordre du Comité de Salut Public*. Reproduit en fac-simile dans Langins (1987a), pp. 227-269.
9. Reproduit en fac-similé dans Langins (1978a), pp. 128-129.
10. *Développemens sur l'enseignement...*, op. cit., N 177, p. 230. N du T : toutes les citations de textes français proviennent de documents originaux.
11. *Développemens sur l'enseignement adopté pour l'Ecole Centrale des Travaux Publics* reproduit par fac-similé dans Langins pp. 227-269.
12. Fac-simile dans Langins (1978a) pp. 126-198.
13. Monge fit le compte rendu de leur formation dans le premier numéro du *Journal de l'Ecole polytechnique* I (1795), p. 6. Voir Langins(1978a), pp. 24n, 270-271.
14. Sur l'Ecole des Ponts et Chaussées, voir Picon (1992), pp. 272-288 ; sur l'Ecole du Génie et de l'Artillerie, voir Belhoste et Picon(1996) ; sur l'Ecole et le Corps des Ingénieurs Géographes, voir Berthaut, Bret (1991b) ; sur l'Ecole des Mines voir Aguillon (1889).
15. Fourcy (1828) donne la liste de tous les élèves admis de 1794 à 1827.
16. Jomard (1853) pp. 13-14.
17. L'opposition à l'influence de Laplace se déclara par des récriminations du géomètre Théodore Olivier, X 1811, un champion de la géométrie descriptive, avocat des sciences appliquées comme base de la formation des ingénieurs et très actif dans la fondation de l'Ecole

Centrale des Arts et Métiers en 1839. Mémoires de géométrie descriptive, théorique et appliquée (1851).

18. Pour une discussion du remplacement de la géométrie descriptive par l'analyse, voir Belhoste (1994), Gillispie (1994), Sakarovich (1994) et Paul (1980). Dans un sens plus large, cette transition est le thème central de l'étude magistrale de Grattan-Guinness (1990).

19. Laplace au directeur de l'Ecole polytechnique, 19 frimaire an V (5 décembre 1796). Publiée par Langins (1987b) pp. 176-177, à qui je dois beaucoup.

20. Les procès-verbaux des réunions des 2 conseils d'Instruction et de Perfectionnement ainsi que les *Rapports du conseil de Perfectionnement depuis l'An X jusqu'à l'année 1839* adressés au Ministre de l'Intérieur peuvent être consultés à la bibliothèque de l'Ecole polytechnique à Palaiseau. Un vaste extrait photocopié sera déposé à mon nom à la bibliothèque de Princeton.

21. Fourcy (1828), pp. 192-200

22. Sur le cours de mécanique rationnelle et les « machines » voir Chatzis (1994) et sur l'enseignement de la mécanique jusqu'en 1850, voir Dupont (2000).

23. Smeaton (1954) ; Langins (1981) ; Tron (1996).

24. *Rapport sur la situation de l'Ecole polytechnique... par le Conseil de perfectionnement établi en exécution de la loi du 25 frimaire an 8*, p. 4.

25. NdT Le Tripos est une liste de candidats classés par ordre de mérite de l'université de Cambridge.

26. Registre du Conseil de perfectionnement, 1808-1809, fol I.

27. Sur les cours de Cauchy, voir Gilain (1989).

28. Fourcy (1828) pp. 300-303 ;

29. NdT En fait 46 selon le plus récent décompte. (1998 Mme M.-Chr. Thooris).

30. Bernard Forest de Bélidor, *La Science de l'ingénieur* (1727) En 1819, Navier édita le livre joint, *Architecture hydraulique* (2 vols., 1737-1739) de la même façon.

31. Gillispie (1983), chap. 5.

32. Dupin, *Force commerciale de la Grande-Bretagne* (1824).

33. Fourcy (1828) PP. 122-123

34. Registre des procès-verbaux du Conseil de Perfectionnement, 4, 82v

35. *Traité élémentaire du calcul différentiel et du calcul intégral* (1802), p. iii.

36. Registre du Conseil d'Instruction, 25 sept. 1812.

37. Dupin (1819), pp. 62-63

38. Le 1^{er} thermidor an XII (20 juillet 1804), Fourcroy, alors conseiller d'Etat chargé de l'éducation publique s'excusa auprès de Napoléon pour une bagarre au Théâtre français, AN, AFIV 1050.

39. Fourcy (1828), pp. 246-249 ; Bradley (1975,1976).

40. Bradley (1975).

41. NdT A partir de 1796, les élèves portent l'uniforme de volontaire de la Garde nationale : chapeau à cocarde tricolore porté en bataille et sabre. De 1804 à 1809, ils portent l'uniforme « Premier empire » (premier type) : chapeau à cocarde tricolore porté en bataille et sabre, plus fusil d'infanterie à baïonnette. De 1809 à 1815 les élèves portent l'uniforme « Premier empire » (deuxième type) avec shako et sabre ou briquet ainsi que le fusil d'infanterie à baïonnette. Pendant la Restauration, ils portent le frac et chapeau haut de forme sous Louis XVIII (1816-1822) et retrouvent l'uniforme militaire (habit de drap noir et bicorne porté en colonne – comme actuellement) sous Charles X (1823-1830). Les sergents portent alors seuls l'épée, puis tous les élèves à partir de 1830. Communication de Mme M.-Chr. Thooris.

42. Napoléon à Lacuée, 23 mars 1805, cité par Bradley (1975), p. 440. Le décret fut promulgué le 22 fructidor an XIII (9 sept. 1805)

43. Dupin (1819), p. 70

AUTEURS

CHARLES C. GILLISPIE

Professeur émérite de Princeton University et membre d'honneur de la SABIX, Charles Coulston Gillispie est l'un des principaux artisans de l'émergence de l'histoire des sciences comme discipline, dont il a créé l'enseignement à Princeton, au niveau "Undergraduate" en 1956 et "Graduate" en 1960, au moment où sortait son livre le plus lu, *The Edge of Objectivity. An Essay in the History of Scientific Ideas* (Princeton University Press [PUP], 1960 ; réédité en 1992). Il a aussi dirigé l'indispensable *Dictionary of Scientific Biography* (New York, Scribner's Sons, 1970-1980, 16 vol.).

Spécialisé dans les sciences des XVIII^e et début du XIX^e siècles, C.C. Gillispie a beaucoup publié sur la science française de l'époque, en particulier *Lazare Carnot savant et sa contribution à la théorie de l'infini mathématique* (Paris, Vrin, 1979) et *Pierre-Simon Laplace, 1749-1847 : A Life in Exact Science* (PUP, 1997). Il a également réédité les planches de la partie « Antiquité » de la *Description de l'Égypte* (PUP, 1987) et donné plusieurs articles sur les travaux des polytechniciens en Égypte, notamment en français : « Aspects scientifiques de l'expédition d'Égypte », dans H. Laurens, *L'expédition d'Égypte, 1798-1801* (Paris, A. Colin, 1989) et « Les Polytechniciens face à l'Égypte », dans p. Bret (éd.), *L'expédition d'Égypte, une entreprise des Lumières*, Paris, Lavoisier - Tec et doc, 1999. Son ouvrage fondateur sur les relations de la science aux mouvements politiques et intellectuels en France au siècle des Lumières est *Science and Polity in France at the End of the Old Regime* (Princeton University Press, 1980) a fortement influencé la recherche en France. Il a été réédité en même temps qu'était publié le second volet, *Science and Polity in France, the Revolutionary and Napoleonic Years* (Princeton University Press, 2004).

Cette œuvre majeure n'a malheureusement pas été traduite en français. Avec l'aimable autorisation de l'auteur et de l'éditeur, les lecteurs du *Bulletin de la SABIX* ont ici le privilège de lire, pour la première fois, la traduction de la partie consacrée à l'Ecole polytechnique. Il s'agit d'un extrait du chapitre VII (« La Convention thermidorienne et le Directoire ») de ce dernier volume, qui porte sur l'institutionnalisation de la science française et traite en particulier des établissements scolaires créés par la Convention en 1794-1795 : l'Ecole normale de l'an III, l'Ecole polytechnique et l'Ecole de santé. Au-delà de la célèbre distinction entre l'école de Monge et l'école de Laplace, C.C. Gillispie s'attache en particulier aux déplacements opérés en géométrie descriptive par l'analyse.