

Pierre-Simon Girard, un des premiers ingénieurs des Ponts et
Chaussées : du Nil à l'Ourcq

Dr Margaret Bradley



Figure 1 : Pierre-Simon Girard (1765-1836) (d'après un portrait peint par Boilly).

INTRODUCTION

Le nom de Pierre-Simon Girard apparaît dans maints contextes variés, surtout dans le domaine de l'hydraulique mais, jusqu'ici, il semble que personne n'ait étudié en profondeur la contribution de ce grand savant à l'évolution de l'art de l'ingénieur français. Il est temps de combler cette lacune. Lors de son enterrement, en 1836, le célèbre mathématicien et éducateur, Charles Dupin [Bradley, 2012], décrit Girard comme :

un de ces hommes remarquables à la fois par un esprit étendu, observateur et sagace, par un courage indomptable, une persévérance à toute épreuve, une énergie puissante qui, s'appliquant aux entreprises intellectuelles, devait enfanter la renommée [Dupin, 1836, iii].

Né à Caen, fils de Pierre Girard, orfèvre, dans une famille strictement calviniste, il manifeste pendant ses études de grandes dispositions pour les sciences. En dehors de ses fonctions d'ingénieur, Girard entreprend ses premières recherches de mécanique en 1787. Elles concernent les lois de résistance des solides réels (pierre de taille, bois de charpente, fer forgé) et le dimensionnement des structures : poutres, murs et colonnes.

En 1789, il devient ingénieur des Ponts et Chaussées et partit travailler avec son professeur Jacques-Elie Lamblardie (1747-1797) au Havre. Il est par la suite affecté à Paris. Dès ses jeunes années, il s'intéresse à la construction des canaux et, en 1790, il adresse à son ami Gaspard de Prony une longue lettre sur ses recherches :

Je vous adresse ci-joint [...] un petit mémoire sur la pression que les eaux courantes à la surface de la terre exercent sur le fond de la paroi des canaux dans lesquels ils sont construites, que je vous prie de vouloir bien faire insérer dans le journal de Physique [ENPC ms 1063/31 – lettre du 2 octobre 1790].

En 1791, Girard travaille à Amiens, chargé du dessin et de la construction du Canal d'Amiens. Comme il l'explique à son ami Prony, en ajoutant des calculs mathématiques, sujet constant de leur correspondance :

Je suis à Amiens depuis le commencement de l'année [...]. Je vous remercie de la solution du problème de géométrie que vous m'avez envoyée ; elle me paraît ainsi qu'il vous est extrêmement simple Je vous fais passer la mienne qui diffère de la vôtre en ce que je supporte l'équation des deux courbes à deux axes perpendiculaires [...]. Il n'y a guère que le canal d'Amiens dont je suis chargé spécialement sur lequel je puisse donner des particularités nouvelles. Je m'occuperai encore des

articles *affouillement*, *assise*, *atterrissement*, *aubier* [ENPC ms 1063/5 – lettre du 16 février 1793]

Toujours dans la Somme, Girard

était alors en mission [...] pour y diriger des travaux de navigation qui l'amenaient naturellement au port de Saint-Valéry-sur-Somme. Dans ce port, il eut le bonheur de connaître et d'apprécier une famille où l'esprit, la bonté, le naturel et la grâce étaient chez les femmes un trésor héréditaire; mais ce sera seulement à son retour d'Égypte qu'il obtiendra l'épouse accomplie qui, pendant trente-quatre années, a fait le charme et la félicité de sa vie intérieure [Dupin, 1836, iii-iv].



Figure 2 : Charles Dupin (1784-1873), ingénieur, mathématicien et homme politique. C'est lui qui fit l'éloge de Girard à sa mort en 1836 (portrait peint par le Dr Margaret Bradley pour la couverture de son livre sur Dupin, Charles Dupin and His Influence on France, Cambria Press, 2012).

@@@@@@

En 1790, l'Académie des sciences propose un prix de concours sur la théorie des écluses applicable aux ports de mer et aux canaux de navigation et les meilleurs procédés à suivre pour la construction de ces ouvrages. C'est Pierre-Simon Girard qui, en 1792, à 27 ans, remporte le prix, l'un des derniers qu'ait décernés l'Académie avant sa suppression sous la Révolution. L'année suivante, il aide son ami Jacques-Élie Lamblardie à mettre au point un banc de flexion pour mesurer la résistance des pièces de bois à la flexion et au flambage. Cette machine reprend en le perfectionnant un modèle d'Émiland Gauthey¹, lui-même inspiré du banc de traction de Pieter van Musschenbroek².

Dupin décrit ainsi les jeunes années de Girard:

1. Gauthey, Emiland (1732-1806), mathématicien, ingénieur et architecte français, créateur du Canal du centre.
2. Musschenbroek, Pieter van (1692-1761), physicien néerlandais.

Au milieu des grandes agitations de la scène politique, [Girard] sans s'effrayer ni se distraire, poursuivait ses travaux d'ingénieur, ses expériences et ses applications analytiques [Id.]

Dupin classe Girard, avec Prony et Antoine Chézy (1718-1778), dans les grands mathématiciens de l'École des Ponts et Chaussées. Girard était en effet du petit nombre d'ingénieurs civils du Corps des Ponts et Chaussées qui possédaient à cette époque une connaissance de l'analyse mathématique suffisante pour lire les œuvres d'Euler. Dans les années 1790, il en vient à participer avec Prony, futur directeur de l'École des Ponts et Chaussées, à la préparation d'un *Dictionnaire des ponts et chaussées*.

L'École des Ponts et Chaussées

À ses débuts, cette école s'appelait « Bureau de dessinateurs et Géographes ». Charles Daniel Trudaine³ fit nommer à sa tête Jean-Rodolphe Perronet⁴ et, dès lors, les deux hommes travaillèrent ensemble. Un des résultats heureux de leur rapprochement fut le règlement organique du corps des Ingénieurs des Ponts et Chaussées portant établissement d'une école.

Cette école :

a offert (du moins en France) le premier exemple de l'enseignement mutuel : les élèves les plus instruits professaient à leurs camarades les mathématiques pures, la mécanique, la coupe des pierres, le dessin de la carte, &c. On suivait, hors de l'école, des cours d'architecture civile, de physique, de minéralogie, &c. [...] on n'était assujetti, pour être admis [...] à aucun examen, aucune étude préliminaire; les élèves entrants devaient d'abord suivre un Cours d'arithmétique élémentaire. Cependant la durée totale de l'instruction était de 6 ans, au moins, souvent de 7 et de 8 ans⁵.

L'enseignement théorique était complété par une formation pratique assez poussée par le biais de campagnes annuelles sur des chantiers de province ou par des collaborations auprès de savants. Cet aspect pratique de la formation se révélait aussi dans l'obligation faite aux élèves de participer au levé de la carte du Royaume.

3. Trudaine, Charles Daniel, conseiller d'Etat et intendant du commerce, ayant le département des ponts et Chaussées.

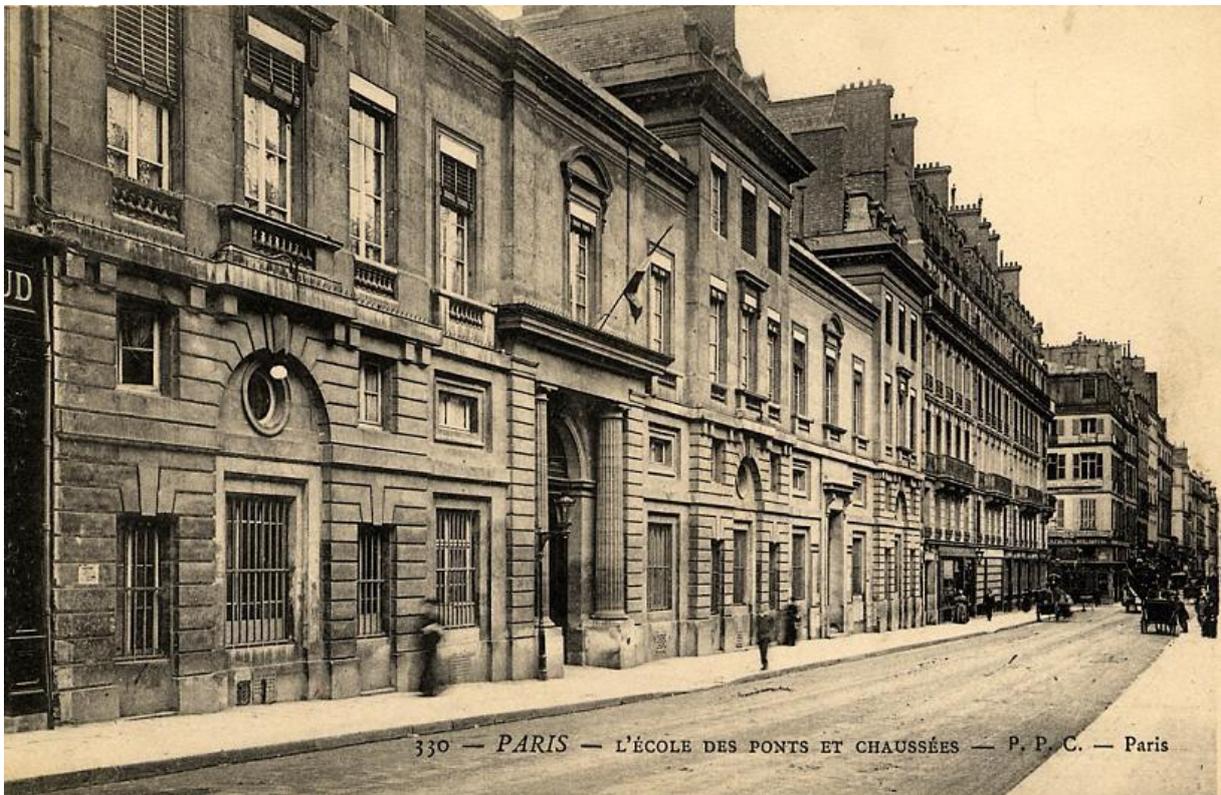
4. Perronet, Jean-Rodolphe (1708-1794), architecte et ingénieur civil.

5. Archives ENPC, m.s 2629 bis. Le 5 août 1828. Le Baron de Prony, Gaspard Clair François Marie Riche (1755-1839), « Note sur l'École Royale des Ponts et Chaussées », le 5 Août 1828.

Sur la situation financière des élèves, Pierre-Charles Lesage⁶ commente :

Aucun n'avait d'appointements, mais seulement des gratifications pour les ouvrages particuliers qu'ils faisaient pour le service des ponts et chaussées [...] il n'y avait pas d'appointements pour ceux qui étaient envoyés en campagne pour y suivre des travaux de construction, ou pour lever des plans ou faire des nivellements, ainsi que pour les toisés et calculs de terrasses qui étaient relatifs [...] les Professeurs Elèves recevaient une gratification dont le maximum n'a pas excédé 50f par mois⁷.

Ce ne fut qu'en 1775 que ce bureau prit le titre d'École des Ponts et Chaussées ; en 1794, elle sera regroupée avec les autres écoles d'ingénierie au sein de l'École Centrale des Travaux Publics. L'École des Ponts et Chaussées est provisoirement conservée mais, en 1795, l'École Centrale devient l'École polytechnique et les anciennes Écoles des Mines, des Ponts et Chaussées et Militaires seront par la suite, des écoles d'application pour les diplômés de l'École polytechnique [Bradley 1998].



6. Lesage, Pierre-Charles (1740-1810), professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

7. ENPC. ms 2432, s.d. Lesage, Pierre, 'Mémoire sur l'établissement primitif de l'École nationale des ponts et chaussées'.

Figure 3 : L'école des Ponts et Chaussées, située rue des Saints-Pères (Paris VI^e) pendant 200 ans, du milieu des années 1800 à celui des années 2000. Elle a aujourd'hui déménagé à Marne-la-Vallée (Seine & Marne).

LE DICTIONNAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

Prony travaille sur ce dictionnaire pendant ses années avec Antoine-Élie Lamblardie (1784-1842), directeur de l'École des Ponts et Chaussées. En 1798, il publie un *Discours préliminaire*, mais, à part cela et une section sur l'architecture hydraulique [Prony 1796], le dictionnaire n'a pas vu le jour. Prony comptait sur la coopération d'autres savants et, comme l'explique Antoine-Louis Chaumont La Millière (1746-1805), directeur du Corps des Ponts et Chaussées, il avait

l'intention de donner par ce moyen [le Discours préliminaire], connaissance à tous les ingénieurs de la tâche difficile et pénible qu'il avait entreprise, et leur faire prendre intérêt, et même part à l'exécution et au succès de son travail [ENPC ms 2630/6, lettre de La Millière à Perronet, 23 septembre 1788]

Il est probable que ses autres occupations ont empêché Prony de poursuivre dans ce domaine, comme nous le verrons dans sa correspondance avec Girard. Le 23 octobre, Girard envoie à Prony son article sur les contreforts [Girard 1791] destiné au *Dictionnaire des ponts et chaussées*, article de treize pages qu'il joint à sa lettre. Il explique :

Je serai bien aise d'avoir votre avis sur la manière dont j'explique la difficulté à laquelle la méthode ordinaire des variations semble donner lieu [...]. Je vous remercie bien des renseignements que vous m'avez donnés sur la méthode des variations, quoique je ne sois pas dans une position à en tirer parti, attendu que les collections académiques où sont consignés les travaux des géomètres qui se sont occupés de cette méthode ne sont pas connus de nom dans ce pays-ci.

Girard explique qu'il aura à attendre son retour à Paris pour se procurer les ouvrages d'Euler et Legendre. Il continue en se référant au prospectus [du dictionnaire] que Prony avait fait imprimer et distribuer aux ingénieurs deux ans auparavant, et commente, « Je ne me rappelle pas de l'avoir vu s'il vous en reste quelques exemplaires, je vous serai obligé de m'en bien faire passer un ». Il demande aussi des renseignements sur un ouvrage d'Alexandre Marchetti, et ajoute :

Vos connaissances en bibliographie me font espérer que vous pourriez m'en apprendre davantage sur cet auteur [...] Encore un autre service que je vais vous prier [...] de me procurer une liste des ingénieurs employés depuis la nouvelle organisation. Nous sommes dans ce pays ci relativement aux Ponts et Chaussées comme si nous étions hors du royaume [ENPC 1436/10]

Girard attendant une réponse à sa lettre, il écrit encore une fois à Prony le 23 novembre suivant, au sujet des contreforts, recherches qui lui serviront bien dans la construction de canaux :

Je ne sais [...] si vous avez reçu il y a environ un mois l'article Contrefort que je vous avais produit [...] je crains qu'il ne vous soit pas parvenu à temps [...]. L'article contraction de la veine fluide est rédigé et si vous croyez en avoir besoin je le ferai copier sur le champ [...] je vous demanderai quelques renseignements sur un ouvrage d'Alexandre Marchetti⁸ de resistentia solidorum [Ibid]

Finalement, le 30 novembre 1791, Girard reçoit de Prony une réponse à son courrier, adressé à « M. Girard ing. des ponts et chaussées à Poitiers » (Girard est employé comme ingénieur ordinaire dans la région de Poitiers et de la Vienne jusqu'en 1792) :

Je vous demande pardon, monsieur et cher camarade de ne pas avoir répondu plutôt à votre lettre et à l'envoi que vous avez bien voulu me faire de votre article Contrefort pour le dictionnaire des ponts et chaussées. J'ay été chargé, récemment, de la direction du cadastre de la France [...] et la préparation de mon nouveau travail m'a assez occupé, depuis quelque temps pour me faire perdre de vue ma correspondance particulière. Je suis un peu moins surchargé, à présent, et au moyen de ce que je ne suis plus employé aux travaux du pont de Louis XVI, j'espère que mes nouvelles fonctions ne nuiront pas à la continuation de mes ouvrages.

Je n'ay encore fait qu'une lecture très rapide de votre article, mais elle m'a suffi pour reconnaître que vous y avez mis beaucoup de soin, et c'est une grande obligation que vous aurez ceux qui s'intéressent à l'application du calcul aux arts [...].

L'article Contrefort de l'encyclopédie sera composé de deux parties ; la théorie que vous avez donnée, et qui sera imprimée sous votre nom, formera la première partie ; j'y joindrai quelques détails de pratique qui comporteront la 2e. Partie [...].

8. Marchetti, Alexandre (1630/33 (les dates données varient,-1714), poète et mathématicien italien. 1669. *De resistentia solidorum*. Florence. Vincenti Vangelisti.

Je recevrai avec grand plaisir l'article de la contraction de la veine fluide⁹, je vous prierai même de me l'envoyer le plus promptement possible [...] J'ay fait des recherches pour trouver l'ouvrage de Marchetti de resistentia solidorum mais jusqu'à présent elles ont été infructueuses. Je me propose de m'adresser à M. l'abbé Delaunay gardien de la bibliothèque du Roy qui vraisemblablement en aura connaissance [ENPC ms 1436/10].

Prony termine sa lettre d'une façon très affectueuse : « J'attends de vos nouvelles, Monsieur et cher camarade, et je suis avec le plus sincère attachement votre ». Il est à croire que, puisque l'ouvrage de Marchetti fut publié en latin, Girard avait une connaissance de cette langue. Le dictionnaire n'a pas été publié et l'article sur les contreforts reste en manuscrit [ENPC 1436] jusqu'en 1812 [Girard 1812c] et sera reproduit en 1843 [Girard 1843, 1-266].

SÉJOUR À PARIS – PARUTION DE SON OUVRAGE *PRINCEPS*

En 1797, son grand ouvrage est terminé, et il demande à son administration un congé d'un mois pour aller à Paris, le faire imprimer [Graber 2009, 74-75]. Ce séjour à Paris « va bouleverser la carrière de Girard » [Ibid., 75]. Le congé obtenu, Girard entame une période de huit mois où il abandonne son service des Ponts et Chaussées. Il reste à Paris pour préparer et surveiller l'impression de son ouvrage et attendre le rapport de l'Académie pour l'insérer au début de son ouvrage, pratique assez courante. « Après de multiples menaces, l'administration finit par le remplacer dans ses fonctions et lui supprimer le salaire » [Ibid., 75]. Girard proteste et demande une prolongation de son congé, en défendant l'utilité de son ouvrage : « Douze années de travaux et de sacrifices me donnent le droit de faire cette réclamation¹⁰ ». Sa réclamation porte : les inspecteurs finissent par lui accorder une prolongation de son congé, « à condition d'avoir un droit de regard et de commentaire sur l'ouvrage ».

L'ouvrage paraît en 1798, *Traité analytique de la résistance des solides* : c'est le premier livre en France traitant exclusivement de la théorie des poutres dans tous ses aspects (traction, flexion, stabilité élastique, limite élastique). Le titre de ce livre donne son nom à la discipline appelée *résistance des matériaux*. Dans leur rapport à l'Académie, Gaspard de Prony et Charles-Augustin Coulomb commentent

9. Girard, 1792.

10. Lettre de Girard au ministre de l'intérieur du 26 pluviôse an 6, AN F14-2235.

*l'opinion avantageuse que le C. Girard a déjà donnée de ses talents par les savants et utiles Mémoires qu' il a présentés à l'Académie des Sciences et à l'Institut National, est confirmée par cette nouvelle production qui, sous le double aspect de l'observation et de la théorie est ce que nous connaissons de plus complet sur la résistance des solides*¹¹.

TRAITÉ ANALYTIQUE
DE LA
RÉSISTANCE DES SOLIDES,
ET DES
SOLIDES D'ÉGALE RÉSISTANCE.
AUQUEL ON A JOINT

*Une Suite de nouvelles Expériences sur la force, et l'élasticité
spécifiques des Bois de Chêne et de Sapin.*

Par P. S. GIRARD, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

L'expérience ne servira plus seulement à confirmer la théorie, mais
différant de la théorie sans l'ébranler, elle conduira à des vérités
nouvelles auxquelles la théorie seule n'aurait pu atteindre.
(DALEMBERT, *Eléments de Philosophie.*)



A PARIS,

Chez { FIRMIN DIDOT, Libraire, rue de Thionville, N^o. 116.
DU PONT, Imprimeur-libraire, rue de la Loi, N^o. 1231.

AN VI. (1798, v. st.).

Figure 4

Il faut noter que les idées de Girard sur les poutres sont moins originales que celles de son devancier Coulomb¹² : suivant de près les hypothèses et les méthodes d'Euler pour la théorie du flambage, il n'améliore qu'à peine la théorie de Mariotte¹³ sur la flexion des poutres. Ses résultats sur les solides d'égal résistance connaissent en revanche un succès durable.

11. *Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences*, tom. 1, 354.

12. Coulomb, Charles-Augustin (1736-1806), ingénieur et physicien français.

13. Mariotte, Edmé (1620-1684) ; physicien français, célèbre pour la loi de Boyle-Mariotte.

L'EXPÉDITION D'ÉGYPTE

Girard attire l'attention de Bonaparte, dont il devint un admirateur fervent ; il participe en 1798 à l'expédition d'Égypte, comme sous-directeur des Ponts et Chaussées. Directeur d'une équipe de 24 ingénieurs des Ponts, ingénieurs militaires et ingénieurs géographes, il établit avec eux les plans de la ville d'Alexandrie, du port et de la côte environnante. Lors de la création de l'Institut d'Égypte, il propose l'étude du Nil en remontant jusqu'aux cataractes. Il contribue également à l'étude des antiquités, en particulier du nilomètre de l'Île d'Éléphantine, et fournit de nombreuses contributions à l'ouvrage *Mémoires sur l'Égypte*, notamment sur les mesures agraires, à l'agriculture et à la contribution foncière [Id. v]

Comme l'indique Patrice Bret :

L'expédition d'Égypte constitue l'une des pages héroïques de l'épopée de Bonaparte et l'une des pages marquantes de l'histoire de l'Égypte. Elle a donné lieu à une abondante littérature, alimentée par la place particulière qu'occupe Napoléon dans la mémoire collective des Français, par l'exotisme de son rêve oriental et par le puissant attrait de l'Égypte sur l'imaginaire européen. [Bret 1998, 9].

Mais, suivant le même auteur, cette confrontation avec l'Égypte constitue un véritable choc culturel. Pendant trois ans, les Français découvrent le désert, ses mirages et ses Bédouins. L'expédition laissera pourtant de profondes traces et, une fois les Français partis, les relations franco-égyptiennes se font plus étroites. Elle constitue l'un des germes de la modernité dans l'Égypte du vice-roi Méhémet Ali (1769-1849).

Quant à Girard, on peut se demander pourquoi il fut choisi. Les voies de recrutement sont très variées, et le réseau polytechnicien, auquel il n'appartient pas, est particulièrement actif et efficace. Après son long séjour à Paris et son indiscipline, peu appréciée par sa hiérarchie, il est peu probable que ses supérieurs l'aient recommandé pour l'expédition. Cependant, son séjour à Paris coïncidait avec la période de recrutement [Bret 1999, 37-41] et, comme nous l'avons vu, il avait remporté le prix de l'Académie des sciences en 1792, ce qui l'avait fait connaître de Monge et de Berthollet, responsables de la partie scientifique de l'expédition.

Girard part avec le titre d'ingénieur en chef, avancement qu'il aurait pu espérer, mais qui n'est pas le fait de son administration, où il conservera le titre

et le salaire d'ingénieur ordinaire pendant neuf ans encore. En effet, à son retour, l'administration ne reconnaît pas son nouveau grade, prétendant qu'il lui avait été accordé par le général Menou (1750-1810), beaucoup moins considéré que ne le fut Kléber. Pourtant, selon les lettres qui envoient Girard en Égypte, il est bien ingénieur en chef, mais, vraisemblablement, il doit ce titre aux organisateurs de l'expédition. Le seul ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en titre retenu pour l'expédition est Jacques-Marie Le Père (1763-1841). Lui et Girard sont probablement nommés pour mieux encadrer les jeunes ingénieurs, pour la plupart des élèves.

Il arrive en Égypte, le 4 juillet 1798 ; il prend aussitôt la direction d'une brigade d'ingénieurs des ponts-et-chaussées, d'ingénieurs militaires et d'ingénieurs géographes, pour lever les plans de la vallée d'Alexandrie, de son port et de la côte limitrophe [...]

Les ingénieurs de ce corps savant ont mesuré géométriquement tous les monuments séculaires qui restent encore debout sur la terre des Pharaons; ils ont apporté la même précision scrupuleuse à dessiner les caractères sacrés ou populaires qui les recouvrent. [...]

M Girard s'est proposé d'étudier le fleuve du Nil [...] L'ingénieur français, en remontant jusques aux cataractes, a mesuré de distance en distance la vitesse et le volume des eaux à leur extrême d'étiage ou des plus hautes crues. Par des puits ouverts sur des sections transversales, il a déterminé l'épaisseur des alluvions et la nature des couches inférieures ; puis les limites où les eaux souterraines s'élèvent ou s'abaissent, en s'éloignant du fleuve, suivant que les eaux mêmes du Nil sont ascendantes ou descendantes [Dupin 1836, iv]

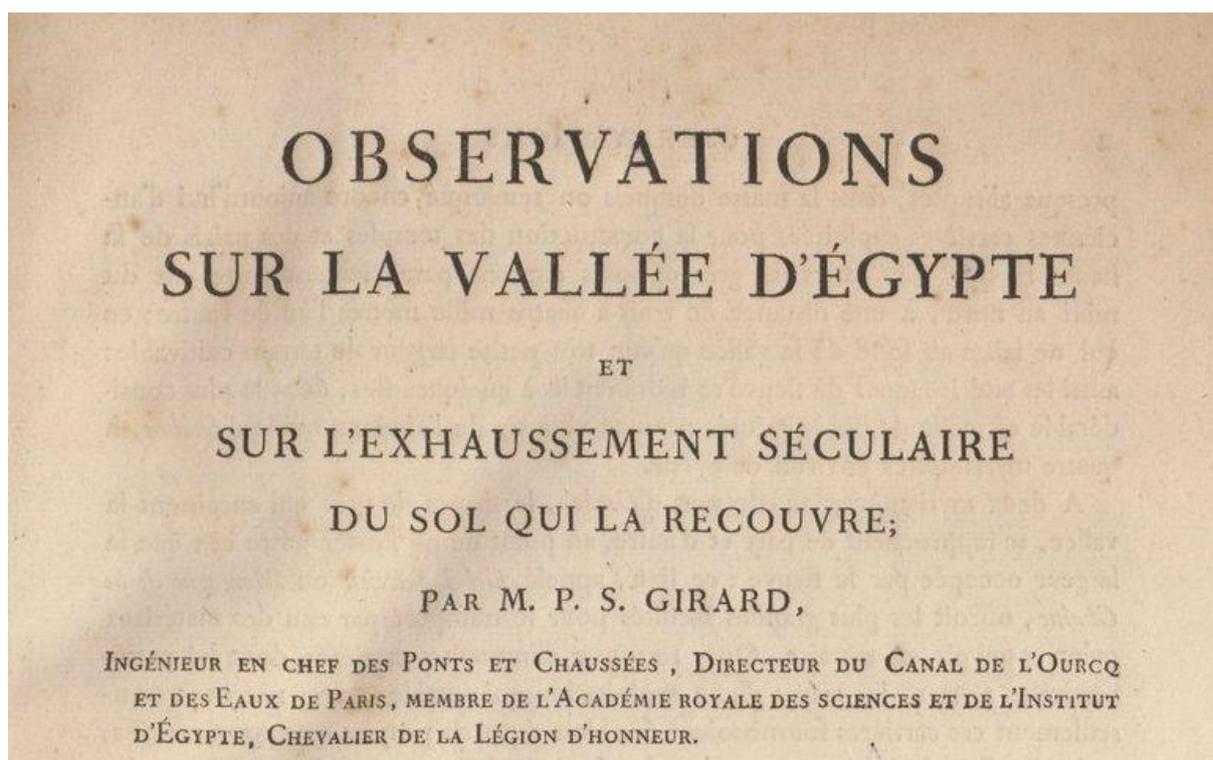
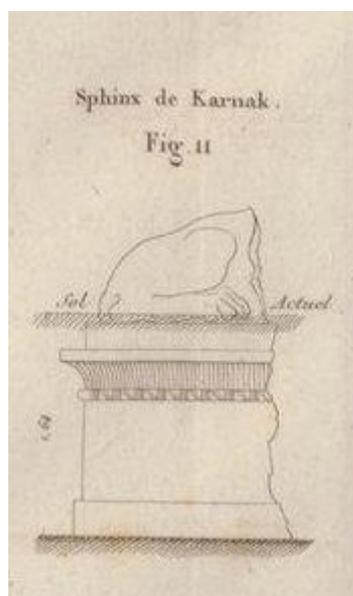


Figure 5 : Observations sur la vallée d'Égypte et sur l'exhaussement séculaire du sol qui la recouvre, 1817, Imprimerie royale (In-fol., 64 p. et planche) (image Gallica) ; ci-dessous, extrait de la planche de dessin, le **Sphinx de Karnak, avec marque du 'sol actuel', bien au-dessus du piétement de la statue.**



@@@@@@

Girard lui-même explique ses réalisations :

Immédiatement après l'occupation des différentes provinces de l'Égypte par l'armée française, je fus chargé de remonter le Nil jusqu'à la première cataracte, de reconnaître l'influence de ce fleuve sur la fertilité de cette contrée, et de recueillir les matériaux nécessaires pour établir sur un plan général le système de ses irrigations.

Je partis du Kaire, le 29 ventôse de l'an 7 [19 mars 1799] avec plusieurs membres de la Commission des arts: chacun de nous s'occupa, pendant le voyage, des recherches vers lesquelles son goût particulier l'appelait. Celles que je me proposais de faire ayant spécialement pour objet l'amélioration du pays, il fallait, avant tout, acquérir la connaissance exacte de son état actuel, et des ressources que lui procurent l'agriculture, l'industrie et le commerce. Le champ des renseignements que j'avais à recueillir, se trouvait ainsi parfaitement circonscrit; et je l'ai parcouru avec d'autant plus de détails, que je m'y suis, pour ainsi dire, exclusivement renfermé.

Je commençai, dès le jour même de notre départ, à porter sur mon journal de voyage les renseignements que je recueillais. Ils m'étaient fournis, tantôt par les cheikhs des villages, que je faisais appeler; tantôt par de simples cultivateurs que je rencontrais; souvent par des voyageurs du pays, que nous recevions dans notre barque. L'interprète qui nous accompagnait, n'ayant presque toujours qu'à répéter les mêmes questions à ceux que j'interrogeais, parvint bientôt à saisir l'esprit des leurs réponses; et si elles n'ont pas toujours été faites avec la même bonne foi, je suis sûr du moins qu'elles m'ont été rendues avec fidélité. [Girard 1800, 1]

Le général Kleber, qui était à la tête de l'armée, avait changé le système des travaux de l'Institut d'Égypte et de la Commission des arts. Il avait créé plusieurs commissions chargées de rassembler les divers documents qu'on jugeait les plus utiles: je fus adjoint à celle de l'agriculture et commerce. [Girard 1800, 3]

Le phénomène du débordement annuel du Nil et le cours régulier des saisons affranchissent les habitants de l'Égypte de la plupart des travaux que la terre exige ailleurs de ceux qui la cultivent. Comme il n'y a que peu d'efforts à faire pour en obtenir de riches produits, il est naturel que les procédés de l'agriculture y soient demeurés stationnaires: aussi on reconnaît aujourd'hui ce que les anciens nous ont appris sur les irrigations, les ensemencements et les récoltes [Girard 1800, 198].

Déjà notre expédition en Égypte en a familiarisé les habitants avec d'autres usages que les leurs; elle a étendu leurs idées, affaibli les préjugés; ils ont apprécié la supériorité que nous donne sur eux la pratique de nos arts modernes; ils sont plus disposés qu'ils ne l'étaient à les exercer; et si jamais ils sont exposés à un gouvernement raisonnable, il ne leur manquera que de connaître la richesse de leur sol et tous les avantages de leur position, pour que leur pays devienne encore une fois l'entrepôt du commerce de l'ancien continent. [Girard 1800, 209].

Dupin a bien résumé la contribution de Girard : « Membre du bureau scientifique pour recueillir tous les documents propres à faire connaître l'état moderne de l'Égypte, Girard, a produit un mémoire pour décrire l'agriculture,

l'industrie et le commerce de l'Égypte, œuvre méthodique et riche en faits, qui ne sont nulle part oblitérés ni déguisés par l'esprit de système » [Dupin 1836, v]. Cependant, malgré les louanges de Dupin, apparaît dans la narration suivante un aspect différent du caractère de Girard :

Les jeunes gens s'ennuyaient bientôt de leur vie sur les rives somnolentes et à peine habitées du Nil. Leur responsable, un important ingénieur militaire nommé Simon Lepère Girard [sic] essayait d'occuper les jeunes ingénieurs à surveiller l'eau, mais au bout de longues semaines campés au même endroit, il avait épuisé toutes les tâches significatives. Les jeunes gens se mirent à s'aventurer seuls, à explorer les vestiges coptes et les tombeaux sur les collines avoisinantes. Girard se fâcha de cette activité non autorisée et essaya d'y mettre fin [...] mais les jeunes étudiants [...], enthousiasmés par l'exploration, méprisaient leur responsable, technocrate sec dont le manque d'imagination et de curiosité les agaçait. Girard [...], incapable de comprendre pourquoi les anciens vestiges fascinaient les jeunes savants, se plaignait souvent de « l'hiéroglyphographie » de ses jeunes ingénieurs [Burleigh 2009, 176].

Le jeune ingénieur des Ponts Jean-Baptiste Jollois (1776-1842), membre de la première promotion de Polytechnique, regrettait d'avoir accompagné Girard en Haute Égypte [selon Buchwaler, Greco et Josefowicz 2010, 204]. Car l'attention portée par ces jeunes aux antiquités et aux hiéroglyphes mettait Girard en colère. Les jeunes ingénieurs prirent pour lui une haine profonde : Devilliers écrivit à un ami « Je le dénonce comme ennemi des antiquités » ! [Herold 2009, 284]

L'illustre Vivant Denon lui-même, en charge des Antiquités, apporte sa pierre à cette vision négative :

Le Citoyen Gérard [sic] et huit membres de la commission des arts remontèrent le Nil, pour en prendre les niveaux [...] leur curiosité mena les jeunes membres de l'expédition au temple [d'Hathor à Dendara]

Les jeunes gens en étaient ravis, mais, à leur retour de cette excursion secrète, ils trouvent un Girard furieux. Lui et Dubois-Aymé se lancent dans une dispute violente et Girard exile le jeune impétueux au lugubre coin perdu de Kossier, à travers le désert sur la Mer Rouge. Heureusement, Dubois-Aymé réussit à mettre à profit sa punition. Il campait dans le désert avec les Bédouins, et raconta ultérieurement en profondeur [...] les mœurs nomades et l'hospitalité généreuse des Bédouins envers les étrangers [Denon & Kendal 1803, 176-177]

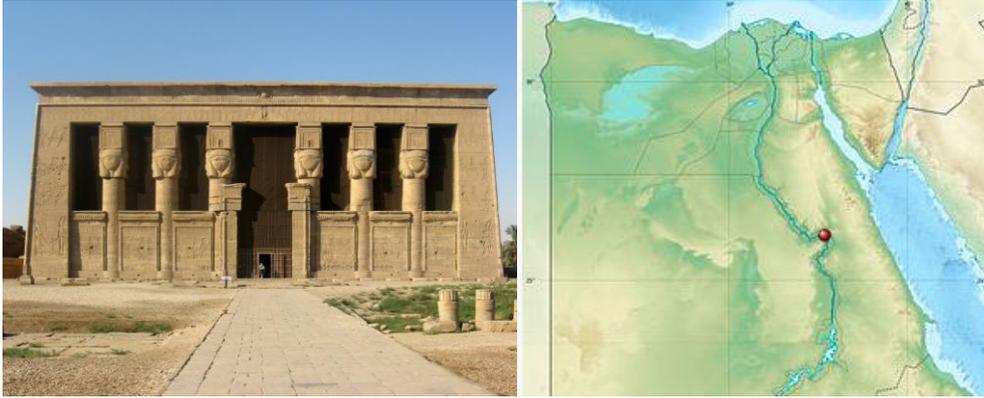


Figure 6 : Le temple d'Hathor à Dendérah, ca. -2270 av. J.-C. (photo WikiCommons, auteur Ijanderson977, juillet 2008)

@@@@@@

Continuons néanmoins à suivre Girard dans la présentation de ses recherches faites en Égypte :

D'Anville a tracé, sur la carte de l'Égypte moderne, une vallée qui, à partir d'un village situé au pied du Mokkatan, à environ deux lieues au-dessus du Kaire, s'étend jusque sur les bords de la mer Rouge à sept ou huit lieues au midi de Suez. [...] Il importerait de reconnaître si cette vallée, désignée sous le nom de vallée de l'Égarement pouvait servir à établir une communication facile entre le Nil et la mer Rouge, soit par terre, soit par le moyen d'un canal [Girard 1813a, I].

On estime la construction du premier canal qui relia le Nil à la Mer Rouge comme datant d'environ 1290 av. J-C, sous le règne du Pharaon Sestostris [Rogers, Brown, Brownnet 121]. Il n'était plus en usage au début de l'ère chrétienne, mais fut restauré en 98 ap. J-C. sous l'Empereur Trajan. Il est probable que ces premiers canaux n'étaient navigables que pendant la saison des hautes eaux et que souvent le niveau du Nil était trop bas pour le passage des bateaux. Les ingénieurs de Bonaparte trouvèrent trace de ces canaux, et l'on peut considérer le Canal de Suez comme un résultat des efforts d'investigation faits par l'expédition française. Bonaparte fit lui-même une reconnaissance de l'isthme, et reconnut qu'un canal pouvait servir à établir une communication facile entre le Nil et la Mer Rouge [Voir Girard 1813a, 1].

Girard connaissait les difficultés d'une telle construction, mais proposait des solutions :

Le climat et la température de ce pays me dispensent d'ajouter que la petite quantité d'eaux pluviales que l'on pourrait, avec beaucoup de peine et de dépenses, rassembler au point de partage, est infiniment au-dessous de celle qu'il conviendrait d'y réunir, pour entretenir un canal, ne fût-ce

que pendant quelques mois de l'année, en supposant que l'on adoptât ici le mode d'exécution de la plupart de nos canaux d'Europe.

Mais, si les pluies ne sont pas assez abondantes sur le sommet de la chaîne Arabique, pour subvenir à la dépense d'un canal navigable, elles le sont assez pour offrir une ressource précieuse aux établissements maritimes que la côte serait susceptible de recevoir à l'embouchure de la vallée.

Il suffirait, en effet, de rassembler ces eaux dans la partie la plus étroite du dernier défilé, de les y soutenir à une hauteur convenable par une chaussée de maçonnerie, et de les distribuer aux différents lieux où elles seraient nécessaires, au moyen d'aqueducs qui partiraient de ce réservoir commun [Girard 1813a, 5]

L'Institut d'Égypte

Dès la création de l'Institut d'Égypte, en 1798, Girard est nommé, comme Le Père, membre de la classe des mathématiques, titre dont il restera très fier jusqu'à sa nomination à l'Institut de France en 1815. Présidé par Gaspard Monge, l'Institut comporte 51 membres qui y présentent leurs recherches.

Bonaparte favorise l'impression des « Mémoires sur l'Égypte », tirés des travaux de l'Institut et publiés dans la *Décade égyptienne*. L'Empereur les adresse à l'Institut national ; Georges Cuvier, alors secrétaire, l'en remercie dans ces termes :

L'amour des sciences et le soin de les propager vous ont toujours occupé, même au sein des plus brillantes victoires, et l'Europe entière attendait les fruits qu'ils produiraient dans cette antique patrie des connaissances humaines que vous venez d'ajouter à vos conquêtes. C'est avec le plus vif intérêt que l'Institut national en a reçu les prémices [Pr.-verb. Ac. fr, 6 ventôse an VIII / 25 février 1800]



Figure 7 : Le célèbre frontispice de La Description d'Égypte (23 volumes publiés entre 1809 et 1829).

RETOUR EN FRANCE ET MARIAGE

Finalement, au moment où il devient clair que l'expédition d'Égypte est une défaite militaire, Girard fait preuve sur place de fidélité et de courage. La plupart des autres savants souhaitant rentrer le plus tôt possible en France, Girard est chargé de la défense du quartier général français, lorsque le Caire est abandonné pour la campagne contre les Ottomans. Il est parmi les derniers à partir. Selon Graber [2009, 78], il ne se privera pas de rappeler, par la suite, son acte de fidélité.

Bonaparte lui-même, profondément marqué par son expédition en Égypte, va d'une certaine manière favoriser ceux qui l'y avaient accompagné ; ses interventions en faveur de Girard vont se multiplier [Graber 2009, 79]. Cinq mois après son retour, en mars 1802, Bonaparte le reçoit pour le questionner sur les événements de la fin de l'expédition, et le félicite pour sa conduite. Le Consul demande à Girard ce qu'il compte faire à l'avenir ; celui-ci répond qu'il souhaite rester dans les Ponts et Chaussées, où « les études spéciales auxquelles je m'étais livré me permettraient d'espérer d'être plus utile que dans toute autre carrière » [Girard 1832b, 6].

Ainsi le Conseil général des Ponts et Chaussées le nomme-t-il ingénieur en chef du Pas-de Calais. Pourtant, ce poste ne répond pas aux ambitions de Girard qui le refuse, espérant mieux. Sans activité à Paris, il assiste aux discussions de l'assemblée des Ponts et Chaussées sur le canal de Saint-Quentin, et à la commission de publication de la Description de l'Égypte [Graber 2009, 79].

@@@@@@

Toujours en 1802, il se marie avec Véronique Ricot ; ils auront cinq enfants : Adèle Girard (1803-1873), Pierre-François Auguste (1805-1880), Hortense (1808-1895), Jean-Charles Elie (1810-1884), Édouard (1819-1884). Il est intéressant de noter qu'Adèle, fille de ce bonapartiste convaincu, se mariera avec Charles Renouard (1794-1878) qui participe à la révolution de 1830 et à la chute de Charles X. À l'âge de seize ans, il avait refusé une bourse de la Sorbonne, parce que le candidat admis devait prononcer un éloge du Roi de Rome, fils de Napoléon [Wolf, 1993, 5]. Un de leurs descendants, Charles Richet (1850-1935), arrière-petit-fils de Girard, sera prix Nobel de physiologie ou médecine en 1913. En 1933, alors président de l'Académie des sciences, Richet y fait un éloge de son arrière-grand-père et produit un petit livre en son honneur [Richet 1933 et 1934].

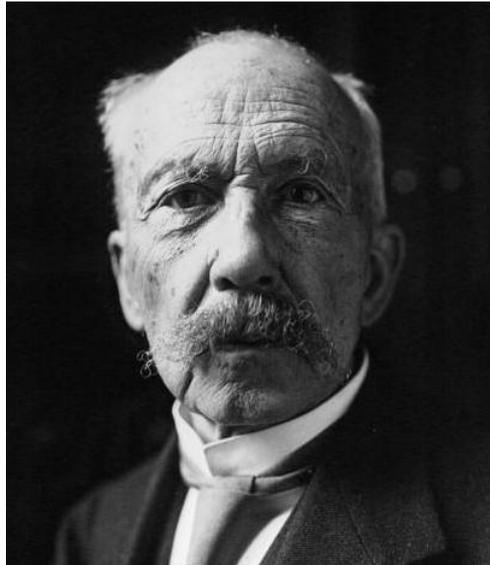


Figure 8 : Charles Richet en 1922 (photo fonds Agence de presse Meurisse, collections BnF)

Girard vu par son arrière-petit-fils Richet I – La famille

En 1933, Charles Richet, président de l'Académie des sciences, rappelle la vie de son aïeul, et son enfance difficile dans une famille sévère [Richet 1933]. Il publie l'année suivante une petite brochure du même sujet et tirée d'un article, dans *l'Année médicale de Caen et Basse-Normandie* [Richet 1934]. Les deux contributions diffèrent peu. Richet raconte les petits détails domestiques de la famille Girard dans leur maison du Marais à Paris, par exemple :

Ils recevaient souvent leurs amis, des membres de l'Institut, et surtout les Égyptiens, c'est à dire, les anciens membres de l'Institut d'Égypte [...]. On y parlait de tout, mais surtout des souvenirs d'Égypte.

Peut-être à cause de l'enfance de Girard dans un milieu strictement calviniste, les mets à ces occasions laissaient à désirer :

Mme Prony racontait tout bas à Mme Girard que son mari était vraiment trop économe et qu'elle avait remplacé un sac de louis d'or par un sac de gros sous, ce dont M. Prony, toujours dans les sphères élevées, disait-elle, ne s'est jamais aperçu. Quant à Mme Poiseuille¹⁴, dans les petites réceptions intimes de Mme Girard, elle se dédommageait des maigres repas qui lui étaient accordés chez lui.

Il y a plus de cent ans, mon arrière-grand-père était à cette même place [présidence de l'Académie des sciences] [...] Sa fille Hortense raconte l'émouvante histoire [...] il [Girard] entre au collège de Caen et tout de suite montre un goût très vif pour les mathématiques ; chaque année il en tenait tous les prix. Il veut donc poursuivre ses études.

14. Poiseuille, Jean-Léonard-Marie (1797-1869), physicien et médecin français.

Mais le père s'indigne, « On n'a jamais vu les mathématiques servir à la vente des diamants et des montres ». On ne sait pas ce qui serait arrivé de l'avenir de Girard si sa mère n'avait pas en cachette vendu ses bijoux pour permettre l'enfant de continuer ses études mathématiques. Il les continue si bien qu'il peut entrer, âgé de seulement 21 ans, à l'École des Ponts et Chaussées. [Richet 1933, 1481]

APRÈS L'ÉGYPTE, LE SECOND GRAND ŒUVRE : LES CANAUX PARISIENS

L'approvisionnement de Paris en eau potable restait un problème irrésolu. Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), chimiste et ministre de l'Intérieur (1800-1804), s'attribue, dans ses *Souvenirs sur Napoléon* [1893, 357], l'idée du percement du canal de l'Ourcq. Voici comment il aurait réussi à convaincre Bonaparte, en 1802, de la nécessité de ce canal :

[Bonaparte] — *Je veux faire quelque chose de grand, d'utile pour Paris.*

[Chaptal] — *Donnez-lui de l'eau.*

— *Bah, de l'eau ! Plusieurs fontaines et un grand fleuve coulent dans Paris. — Il est vrai que des fontaines et un grand fleuve coulent dans Paris, mais il n'est pas moins vrai que l'eau s'y vend à la bouteille, et que c'est un impôt énorme que paye le peuple, car il faut une voie d'eau par jour pour les besoins de chaque ménage, ce qui, à 2 sous la voie, fait plus de 36 francs par an, et vous n'avez aujourd'hui, ni fontaines publiques, ni abreuvoirs, ni moyen de laver les rues. — Quels seraient vos moyens pour donner de l'eau à Paris ? — Je vous en proposerai deux. [...] Le second projet consisterait à amener la rivière Ourcq à Paris : cette rivière qui est à 22 lieues, verse ses eaux dans la Marne ; la Marne se vide dans la Seine ; de sorte que l'Ourcq peut être aisément amené au haut de la Villette, d'où ses eaux se répandraient dans Paris.*

C'est ainsi que l'idée du Canal de l'Ourcq prend corps.

Une fois le décret du 29 floréal an X (19 mai 1802) promulgué, les études pour le tracé du canal de l'Ourcq débutent rapidement. Girard est appelé par Bonaparte à diriger les travaux : c'est une des plus grandes entreprises de l'époque et, pour lui, une promotion considérable. Il est nommé à la direction de la construction des canaux de l'Ourcq, de Saint-Denis et de Saint-Martin. Le Consul ordonne qu'il prenne 500 hommes pour commencer à creuser le canal à la Villette. À l'époque, l'eau de la Seine montait dans Paris sous l'effet de 29 pompes à feu qui fournissaient 8000 mètres cubes d'eau par jour. D'autres fonctionnaient à bras d'homme ou avec des chevaux.

Voici ce que Girard écrit lui-même du projet :

L'eau fournie aux habitants par la petite rivière n'est employée dans les différents usages domestiques, qu'après avoir été bouillie : ce qui peut s'accorder avec les murs des habitants du pays où l'on fait rarement entrer l'eau fraîche dans les boissons ordinaires du peuple ; mais ce qui certainement ne convient point à Paris, où l'eau, telle qu'elle est fournie par les fontaines ou la rivière, forme la base de notre boisson habituelle. Ainsi un goût désagréable provenant d'une sorte de stagnation dans les eaux destinées aux habitants de Londres peut n'être pour lui qu'un léger inconvénient, tandis que ce serait pour les habitants de Paris un vice essentiel, qui ferait indubitablement renoncer à l'usage des eaux de l'Ourcq, si la même saveur s'y manifestait [Girard 1803a, 25].

L'importance de ce canal est exprimée *a posteriori* par Sabine Barles :

En effet, de la construction du canal de l'Ourcq à l'adoption du tout-à-l'égout, Paris va constituer le référent national en matière d'assainissement de l'espace public et d'anthropisation du sol [Barles 1993, 6-7].



Figure 9 : Tracé du canal de l'Ourcq sur une carte contemporaine. L'Ourcq d'origine était une petite rivière prenant sa source dans l'Aisne près de Fère-en-Tardenois, passant à La Ferté-Milon (haut de la carte) et se jetant dans la Marne à Lizy-s-Ourcq, un peu au nord de Meaux. Elle fut canalisée pendant une douzaine de kilomètres entre La Ferté et Mareuil, puis détournée en un canal qui prend la majeure partie de son eau en site propre, depuis Mareuil jusqu'à Paris-La Villette, sur une longueur de 97 km (image Mairie de Paris).

@@@@@@

Cependant, l'histoire de la construction du canal n'est pas un long fleuve tranquille, notamment compte tenu de la personnalité de Girard. Sa nomination à la direction des travaux avait déjà provoqué une certaine hostilité du Corps des Ponts, et une opposition s'installe entre lui et le Conseil général sur les modalités de réalisation.

La principale critique faite à Girard est d'avoir lui-même présenté à l'assemblée son projet, démarche qui rompt avec les traditions et le fonctionnement de l'assemblée : « Jamais un ingénieur ne présente lui-même son projet, que s'il est invité à le faire par l'inspecteur général de son arrondissement » [Graber 166-167]. Girard a donc transgressé les règles, premier d'une série d'actes d'insoumission. Le Conseil décide de la nomination d'une commission pour évaluer le projet, ce qui est mal accepté par Girard. Cette commission lui demande les documents nécessaires aux délibérations ; Girard refuse.

Selon Graber [2009, 190]:

L'ingénieur en particulier doit montrer une certaine soumission à l'assemblée, en échange de laquelle son initiative et son projet seront reconnus, son appartenance et sa valeur grandies. Il doit se laisser corriger, céder, pour montrer qu'il accepte le caractère organiquement supérieur du collectif sur l'individu, et à ce prix obtenir en tant qu'individu une certaine autonomie et reconnaissance. C'est à cette civilité que Girard refuse de se plier, entraînant une réaction symétrique de l'assemblée.

Pire, Girard part à Saint-Valéry-sur-Somme se marier, sans en demander l'autorisation au chef du Corps, ni l'avoir informé de son mariage. Comme un fait accompli, il écrit, le 9 frimaire an 11 (30 novembre 1802) :

J'ai lieu de croire que l'activité avec laquelle [les travaux] ont été poussés, en remplissant les intentions du gouvernement aura justifié la confiance que vous m'avez témoignée et fourni une nouvelle preuve de mon zèle et de celui de mes collaborateurs. [AN F14-685]

Graber considère que Girard peut se placer au-dessus des règles, car il doit sa promotion à Bonaparte. C'est ce lien avec le Consul qui obligera l'assemblée à approuver son projet. Mais on peut aussi accuser Girard d'amour-propre invétéré, et même d'arrogance. C'est toutefois son impatience de commencer les travaux qui semble dominer son action – la même impatience qu'il a manifestée en Égypte vis-à-vis des jeunes ingénieurs.

Pour Girard, il n'y a pas de temps à perdre. Les travaux commencent avec des centaines d'hommes, y compris des prisonniers de guerre prussiens, employés aux creusements. Graber décrit en détail le travail et la contribution de Girard, qui fait graver une carte des éléments les plus proches du canal, les bourgs et villages traversés, les grandes routes avoisinantes, les bois et les fermes. Sur la carte, il inscrit les différents états des sections du canal – terminé, en chantier, en cours de nivellement, en cours de reconnaissance. L'avancement des travaux est ainsi immédiatement visible.

@@@@@@

En 1803, Girard présente un rapport à l'assemblée des Ponts et Chaussées sur les dimensions du canal nécessaires à la navigation depuis la rivière Ourcq, et sur la vitesse minimale de l'eau – pour raison de salubrité et de santé publique. Dans ce projet, il envisage la dérivation de tout le débit de l'Ourcq, et non une partie seulement de cette rivière : ceci répond au souhait du Consul que le canal soit navigable.

Le rapport présenté par Girard comprend un certain nombre de calculs mathématiques [Grattan-Guinness 1990, 561-563]. Girard cite certains résultats d'Euler, et la *Mécanique philosophique* de Prony [Prony 1800] comme source générale de la théorie de l'hydrodynamique. Il propose deux théories, l'une sur la manière dont la pente sera distribuée tout le long du canal, l'autre sur les rapports entre vitesse, pente et section du canal. Selon Graber [2009, 219], ces théories très mathématiques dans le cadre d'un projet d'ingénieur des Ponts et Chaussées est « tout à fait inhabituelle ». Picon [1993, 225] constate que les inspecteurs du Corps, relativement âgés, et les ingénieurs du XVIII^e siècle en général « ont par rapport aux sciences, aux théories mathématiques, une position très ambiguë ».

Le canal reste certainement le chef-d'œuvre de Girard. Une telle construction souffre inévitablement d'obstacles et d'entraves ; il est impossible de tout prévoir. Girard l'exprime non sans franchise :

Je suis loin de penser qu'il existe toujours un accord rigoureux entre les résultats auxquels le raisonnement m'a conduit, et ceux que l'observation fera connaître. Le lit d'un canal creusé dans un terrain qui varie de consistance d'un endroit à l'autre, ne conservera pas précisément la figure indiquée par une théorie où l'on fait abstraction de cette variabilité du sol :

mais les changements qu'il éprouvera seront les moindres possibles (Girard 1804, 4).

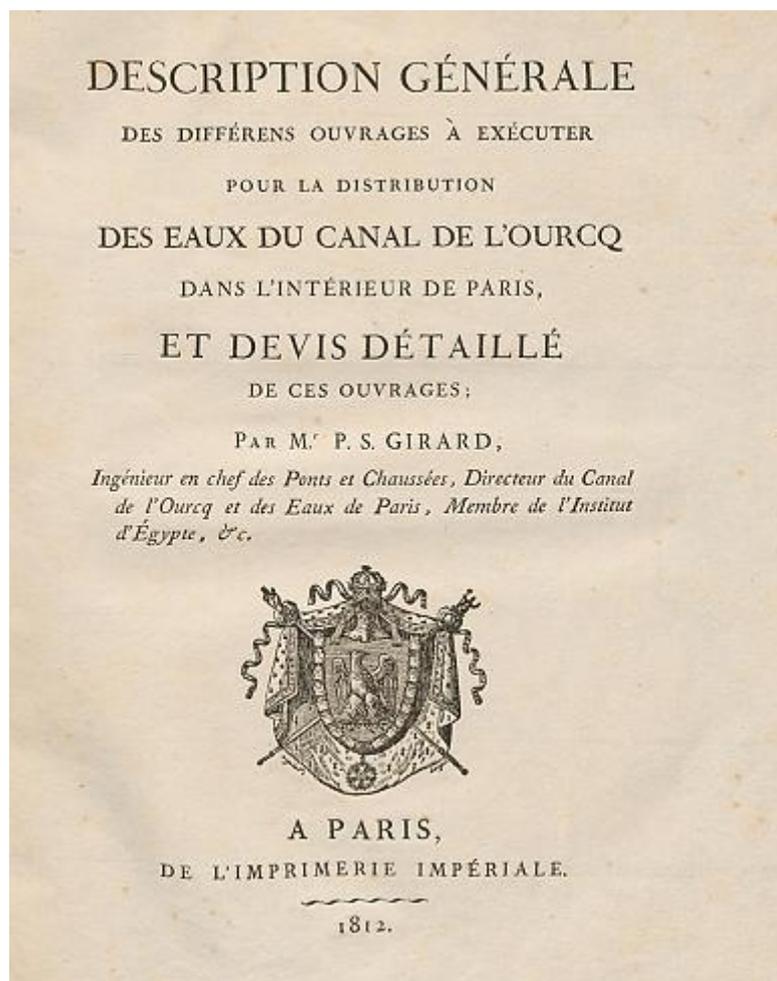


Figure 10 : Description générale... et devis détaillé de ces ouvrages (image Gallica). Pour la publication de cet ouvrage, Girard écrit : « À Monsieur Marcel, Directeur de l'Imprimerie Impériale, membre de la légion d'honneur. J'ai l'honneur de vous prier, Monsieur, de bien vouloir donner l'ordre de tirer le Devis général de la distribution des eaux du Canal de Ourcq dans l'intérieur de Paris au nombre de 600 exemplaires en papier ordinaire et de 12 exemplaires en papier velin¹⁵. »

@@@@@@

Quel est le bilan de ces travaux en 1811, au moment de la mise sous presse de cet ouvrage ? Selon Belgrand [1854, 26], le volume d'eau livré à la consommation était encore insuffisant. Selon Dupin, assez hagiographe de Girard dans l'hommage qu'il lui rend :

Au 15 août 1811, les eaux dérivées par les travaux de M Girard sont amenées au magnifique château d'eau du boulevard de Bondi [...]. Le 15 août 1813, des bateaux chargés au loin sur la rivière de l'Ourcq arrivent à Paris pour la première fois, et débouchant dans le canal de la Villette,

15. Lettre du 5 octobre 1810, Manuscripts and Archives Division. New York Public Library. Astor, Lenox and Tilden Foundation [Hellman Papers].

annoncent a l'immense population du faubourg Saint-Antoine un nouvel élément d'activité de bien-être et de richesse [Dupin 1836, v]

Quant à Girard, il exprimera au soir de sa vie que le canal de l'Ourcq est son chef-d'œuvre :

Si maintenant, parvenu à l'âge du repos, sans toutefois en avoir éprouvé le besoin, je présente l'exemple unique d'un ingénieur des ponts-et-chaussées, qui soit resté trente-quatre ans stationnaire dans le même grade, quoique chargé d'une des plus grandes entreprises de notre siècle, je crois présenter aussi l'exemple d'un dévouement et d'une persévérance auxquels la ville de Paris a dû l'achèvement de cette entreprise. [1832b, 15]



Figure 11 : Port de Bondy, sur le Canal de l'Ourcq. Le canal a fait l'objet de profonds remaniements depuis Girard. Il reste utilisé en navigation marchande (matériaux de construction et gravas notamment) sur sa partie à grand gabarit, 10 kms sans écluses jouxtant Paris, avec 4 ports. Ici, celui de Bondy (image WikiCommons, 2011, auteur Pline)

Girard vu par son arrière-petit-fils Richet II- L'œuvre

Citons directement Richet :

Girard retrouve le fameux Nilomètre, où sont marquées les crues du Nil au temps ancien et il reprend les calculs d'Ératosthène d'Alexandrie, le premier qui a mesuré les degrés du méridien terrestre [...] il détermine, par de savantes études, les exhaussements séculaires du sol de l'Égypte et du lit du fleuve et les repère géographiquement. Des études sur l'irrigation agricole lui permettent de modifier [...] les rudimentaires travaux des fellahs pour la fécondante inondation du Nil.

[...] *l'Égypte est perdue pour nos armées, et Girard doit revenir en France (1803) [...]. Le Premier Consul [...] qui avait vu de près la science et l'activité de Girard, voudrait lui donner une préfecture, mais Girard refuse [et répond] « Rester ingénieur et diriger les travaux qui, profitant au pays, populariseront votre nom et me promettent quelque gloire ». Alors, il propose à Bonaparte de dériver les eaux de l'Ourcq pour amener une eau saine à Paris en quantité suffisante [...] les directeurs des services administratifs font des objections devant l'Empereur même [...]. « Écoutez donc, dit-il, les explications du rapporteur (c'était Girard) !. Voici enfin un ingénieur d'esprit ». [...] En 1815, Napoléon [...] pense encore au canal de l'Ourcq. Girard est nommé inspecteur divisionnaire. Il devient membre de l'Académie dans la section de Physique générale six jours avant la bataille de Waterloo [...]. Le gouvernement de la Restauration ne pardonne pas à Girard la faveur impériale. Le Comte Molé, [...] directeur général des Ponts et Chaussées lui retire la direction des travaux en lui offrant une place d'ingénieur en chef. Alors Girard [...] accepte. « Mon ouvrage, dit-il touche à sa fin ; ma persévérance a assuré l'achèvement de cette grande entreprise [le canal de l'Ourcq] [...] et j'accepterais, s'il le fallait, une place d'ingénieur ordinaire.*

Richet termine son article de 1934 en rappelant les erreurs de jugement de Girard : il ne pouvait croire possible la distribution de l'eau à tous les étages des maisons ; il affirmait nettement que la traction par des machines locomotives ne remplacerait jamais la traction par des moteurs animés.

S'il a été mauvais prophète [...] il faut lui être reconnaissant de tout ce qu'il a fait et d'avoir passé toute une vie d'intelligence et de volonté à doter Paris d'eau potable. [Richet 1934, 147]

Après la chute de Napoléon, le gouvernement de la Restauration confie la concession à la Compagnie Vassal et Saint-Didier ; le canal de l'Ourcq est achevé en 1822 et ne cessera de prendre de l'importance au cours du XIXe siècle. Quant à Girard, il est membre du conseil d'ingénieurs que cette compagnie appelle à concourir à l'achèvement des travaux, et le canal de l'Ourcq se trouve complètement ouvert à la navigation en 1823.

Girard sera aussi responsable de certaines fontaines à Paris, par exemple, la fontaine du Château d'eau, au boulevard de Bondy (actuelle Place de la République), et celle de la Place des Vosges.

Déjà chevalier de la Légion d'Honneur, il sera élu membre de l'Institut (qui a remplacé l'Académie des sciences) en 1815, et nommé Inspecteur Divisionnaire des Ponts et Chaussées pendant les Cent Jours, titre qu'il perdra lorsque Louis

XVIII annulera toutes les nominations effectuées pendant les Cent Jours. Il sera néanmoins promu officier de la Légion d'Honneur en 1831.



Figure 12 : La fontaine du Château d'eau (ou de Bondy, ou des Lions de Nubie). Elle fut dessinée et installée par Girard en 1811 place du Château d'eau (actuellement place de la République). Fondue en bronze du Creusot, elle servait de château d'eau aux habitants du quartier du Temple. Elle a été déplacée en 1867 près des abattoirs de la Villette – c'est son emplacement actuel, après moult travaux du quartier (photo WikiCommons auteur Teofilo).

Ne point trop prêter à Girard

Certains historiens attribuent indûment à Girard l'invention d'un système d'exploitation de l'énergie marémotrice, probablement à cause de ses recherches sur l'eau. Par exemple, Simon Lindroth et Mals Leijon [2011] commentent :

Le Français Pierre-Simon Girard est reconnu comme le premier à obtenir un brevet pour l'exploitation de l'énergie marémotrice en 1799.

C'est une erreur à corriger. Le brevet fut accordé, en 1799, à « M. Girard et fils »; le nom Girard est assez commun et ce M. Girard est l'inventeur et entrepreneur Pierre-Henri-Joseph Girard, avec son fils, Philippe-Henri. Pierre-Simon Girard était en Égypte à l'époque, et célibataire.

L'ÉCLAIRAGE AU GAZ

Ayant perdu la responsabilité du canal de l'Ourcq, il reste néanmoins à la direction des eaux de Paris jusqu'en 1831. Il est chargé, en 1819, de diriger les travaux pour l'éclairage au gaz, plus précisément du projet de construction

d'une usine de fabrication de gaz hydrogène destiné à l'éclairage des édifices publics de Paris : le Louvre, les Tuileries, l'Opéra et les théâtres Français et Italien. Il reçut :

la mission d'aller recueillir en Angleterre tous le procédés de perfectionnement qu'on y avait mis en œuvre pour la fabrication et la distribution du gaz depuis qu'on avait commencé à en faire usage pour éclairer les rues et les places publiques et les édifices particuliers de la ville de Londres. Je fus de retour de cette mission au mois de février 1820, et je restai chargé des travaux de l'usine royale jusqu'à leur achèvement et la mise en vente de cette usine, qui eut lieu au mois de juin 1822 [Girard 1832b, 13].

L'aspect spécifique de l'éclairage au gaz de Paris est son caractère de controverse publique : articles dans les journaux, dépliants, brochures, littérature de science populaire, affiches, pièces de théâtre¹⁶, dans un esprit de promotion ou de critique de cette innovation. Dans ces débats publics, étaient souvent mis en avant les dangers potentiels : risque d'un manque soudain de lumière dans les endroits publics et surtout risque d'explosion [Fressoz 2007, 732].

Deux célèbres écrivains français, Charles Nodier (1780-1844) et Amédée Pichot (1795-1877) expriment en 1823 une réaction assez répandue:

En bon citoyen, j'exprime ici le vœu que le progrès des lumières dans le Midi n'aille pas jusqu'à y appeler le gaz hydrogène [...] C'est elle [l'Angleterre] qui nous donne l'éveil sur le danger, et nous fournit des arguments puissants contre l'usage de ce mode d'éclairage. [Nodier & Pichot 1823, p. 28 & 29]

Comme nous l'avons vu, Girard fut envoyé en Angleterre ; paradoxalement, dans le pays des débuts de l'industrie de l'éclairage au gaz, où l'expertise dans ce domaine avait déjà évolué et les dangers connus, il n'y avait pas de réglementation [Fressoz, 746]. En France, en revanche, où l'éclairage était balbutiant, une réglementation solide fut immédiatement établie – cependant les débats sur la sécurité vont se poursuivre.

Girard reste chargé des travaux de l'usine royale jusqu'à leur achèvement et à la mise en vente de l'usine en 1822.

RECHERCHES SUR L'HYDRAULIQUE

16. Et même un opéra de Ferdinand Léon, « Le magasin de la lumière ; scènes à propos de l'éclairage par le gaz » (Grand magasin des pièces anciennes et modernes, Paris, 1823).

C'est le travail dans ce domaine qui va dominer les recherches de Girard, une fois qu'il n'a plus de responsabilités opérationnelles. Selon Dupin :

Il a révélé la première la différence considérable des volumes écoulés par le même tube, suivant qu'un même fluide, s'il est de nature à se mouiller, varie de température, il en a déduit des conséquences remarquables sur le mouvement des fluides dans les tuyaux capillaires par lesquels circulent la sève des végétaux et le sang des animaux... Il voulut déterminer par le calcul quelles doivent être les combinaisons et les proportions des systèmes d'écluses, afin d'arriver à la plus grande économie des eaux : problème important pour une foule de localités sur le territoire français (Dupin 1836, v).

NOUVELLES LITTÉRAIRES.

INSTITUT ROYAL DE FRANCE:

Le Journal des Savants vient de faire une nouvelle perte dans la personne de M. Girard. Il était membre de l'Académie des sciences, au nom de laquelle le discours suivant a été prononcé, à ses funérailles, par M. le baron Ch. Dupin.

« Messieurs, l'Académie des sciences déplore aujourd'hui la perte d'un de ces hommes remarquables à la fois par un esprit étendu, observateur et sagace; par

Figure 13 : Début de l'hommage rendu par Charles Dupin à Girard, Journal des Savants, année 1836, Imprimerie royale (p. 699-702) (image Google Books). Avant de mourir le 30 novembre 1836, Girard avait prononcé le même type d'éloge funèbre au nom de l'Académie lors des funérailles de son collègue Navier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, le 24 août 1836 (p.501-502 du même recueil).

Malgré le lourd travail qui l'occupe, Girard continue ses recherches et publie plusieurs articles sur le mouvement des liquides [Girard 1816a, 1816b, 1818a, 1818b]. Membre de l'Académie des sciences depuis 1815 (il en sera président une année en 1830), il peut les y présenter lui-même.

En 1818, il constate:

L'action que la surface de la paroi intérieure des tubes capillaires de cuivre exerce sur l'eau qui s'y meut d'un mouvement linéaire, fait adhérer à cette surface une couche fluide plus ou moins épaisse, suivant que la densité de ce fluide augmente ou diminue, c'est-à-dire suivant que sa température s'abaisse ou s'élève. Et c'est par l'effet de cette action que s'expliquent naturellement tous les phénomènes de l'écoulement linéaire de l'eau élevée à différentes températures, comme je l'ai montré dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie au mois de mai dernier.

Je me propose aujourd'hui de confirmer cette explication par le compte que je vais rendre d'une nouvelle suite d'expériences faites sur le mouvement linéaire de différents fluides dans des tubes capillaires de verre.

Les liquides que j'ai soumis à l'épreuve se divisent en deux classes. La première comprend ceux qui jouissent de la propriété de mouiller le verre, ou d'adhérer à sa surface ; la seconde ceux qui étant mis en contact avec cette substance, ne sont susceptibles de contracter aucune adhérence avec elle. [Girard, 1818a, 187]

Si donc les fluides qui circulent dans les différents systèmes organiques n'avaient pas la propriété de mouiller les canaux qui les contiennent, ces canaux seraient bientôt usés par le frottement exercé contre leurs parois ; l'existence de ces systèmes soumise à l'action continue de cette cause de destruction n'éprouverait dans sa courte durée aucune des modifications innombrables qu'éprouvent les corps organisés de la nature par l'influence de la chaleur ; ainsi tous les êtres que son action semble vivifier, perdraient leurs plus précieuses fonctions et ne présenteraient en quelque sorte qu'un monde inanimé.

Citons aussi une autre phrase de Girard, à caractère épistémologique :

Placés dans un ordre de choses où tout est mystère autour de nous, lorsqu'à l'aide de l'expérience ou du calcul nous essayons de soulever le voile sous lequel la nature se cache, il est rare que nous parvenions à découvrir ses secrets, mais du moins nous sommes presque toujours sûrs de rencontrer dans le cours de nos recherches quelque nouveau sujet d'admirer la simplicité des moyens qu'elle emploie, et la perfection de ses œuvres. [Girard 1818, 259].

PARTICIPATION AU JOURNAL DU GÉNIE CIVIL

En 1828, l'ingénieur civil et géographe Alexandre Corréard (1788-1857) avait passé huit ans en prison sous la Restauration, pour raison d'agitation politique – il luttait contre l'esclavage et la contrevenait aux lois sur la presse. Corréard décide en 1828 de lancer un nouveau journal, le *Journal du génie civil*, pour ouvrir des débats entre ingénieurs – les *Annales des Ponts et Chaussées* ne seront créées par le Corps que plus tard, en 1831. L'esprit de la publication de Corréard était libéral, opposé aux Bourbons ; il souhaitait que l'on donnât plus de pouvoir aux ingénieurs eux-mêmes, plutôt qu'à une lourde bureaucratie.

Des articles importants parurent dans ce journal, en particulier sur le Corps des ponts et chaussées et la situation en détérioration au sein de l'École, où le directeur, Prony, ne s'intéressait que peu à l'organisation. Le *Journal* servait d'organe pour des attaques contre l'Administration, et Corréard se trouva à

nouveau en conflit avec les lois sur la presse ; le journal cessa de paraître en 1831. Girard y publia plusieurs articles (p. ex. 1830a, 1830b), et c'est peut-être à cause de l'existence de cette publication que les canaux construits par l'État ne sont pas tombés dans des mains privées. Le journal s'était élevé contre leur vente, soulignant que des administrateurs privés n'étaient pas capables de diriger de tels travaux [Corréard 1829, 40]

LES DERNIÈRES ANNÉES

En 1830, Gaspard de Chabrol, préfet de la Seine, veut réunir sous la direction d'un seul ingénieur en chef les travaux de distribution des anciennes et nouvelles eaux, les travaux dégouts, et l'assainissement des canaux. Girard est le plus ancien des ingénieurs qui puissent prétendre à être chargé de cette direction. En 1831, donc, il est chargé de l'organisation municipale de l'ensemble de ces travaux.

Pendant le préfet, comme l'ensemble des hauts responsables de l'administration des Ponts et Chaussées en poste à la ville de Paris, est convaincu que pour l'alimentation de Paris en eau potable, il faudra, à l'instar de la ville de Londres, concéder la distribution des eaux à une compagnie privée. Or, la capitale française ne réussit pas à attirer des entreprises privées intéressées... et finalement, les ingénieurs parisiens du corps des Ponts et Chaussées conservent la tâche de la distribution de l'eau. D'ailleurs, suite à plusieurs épidémies de choléra, le modèle anglais, privé, qui ferme aux pauvres tout accès gratuit à une fontaine, commence à être critiqué [Bocquet, Chatzis et Snader 2009, 139]. Les ingénieurs se félicitent alors de ne pas avoir contracté avec une compagnie privée...

Parmi ses dernières œuvres, Girard publie *l'Exposé de l'état actuel des eaux de Paris, et du meilleur emploi à faire du revenu qu'on en retire* [Girard 1831], où il développe les motifs qui doivent déterminer la ville à ne point se dessaisir de ce revenu ; il a des raisons de croire que cet ouvrage a provoqué sa mise en retraite.

D'ailleurs, à la fin de son *État des services* (1832b, 15), Girard déclare : *mais s'il en était ainsi, et dans le cas même ou je n'aurais fait que disperser momentanément, en faisant un peu de bruit, cet essaim de charlatans et de faiseurs d'affaires, [NB : les entreprises privées] [...] je me glorifierais de la publication dont il s'agit* [Girard 1831]. *La profession*

de foi des gens d'honneur se réduit en effet à ce peu de paroles [et, en majuscules] :

FAIS CE QUE JE DOIS, ADVIENNE QUE POURRA.



(mai 2014)

Je remercie, pour l'élaboration de ce mémoire : le personnel des Archives nationales, la British Library, l'Institut national des brevets industriels, la New York Public Library, Marie-Noëlle Vivier (Fonds normand à la bibliothèque de Caen), Ivor Grattan-Guinness, Alexandre Moatti (pour la relecture attentive et l'iconographie), et enfin Catherine Masteau de l'École nationale des Ponts et Chaussées pour l'autorisation de reproduire les documents cités, ainsi que Liliane Gautret pour la photographie méticuleuse des manuscrits.

Annexe 1 – Ouvrages et articles de Girard

[Pour une bibliographie détaillée des ouvrages de Girard, voir Grattan-Guinness (1990) 3, 1481-1482]

- 1788. « Sur la manière la plus avantageuse de diminuer le poids des chaînes [sic] et des cordes employées à élever des grands fardeaux, à des hauteurs considérables » par Mr Girard, élève des Ponts et Chaussées'. ENPC ms 2477.
- 1791. « Recherches sur les contreforts ». ENPC ms. 1436. Girard 1812c et 1843.
- 1792a. « Recherches géométriques sur la contraction de la veine fluide ». Poitiers. ENPC mss. 1366 et 1382.
- 1792b. « Observations sur les portes d'écluses ». ENPC ms 1549. 1804b.
- 1792c. « Des clapets mis en mouvement par la pression de l'eau quand l'axe de rotation est situé entre le radier et le niveau du fluide ». ENPC ms. 1354.
- 1792-1793. « Calcul de la position de l'axe de rotation d'une vanne mobile qui doit s'ouvrir et se fermer pour des niveaux déterminés de l'eau ». ENPC ms 1354.
- 1794. « Problèmes de mathématiques. Questions sur les courbes ». ENPC ms. 1444.
- 1795-6 [an iv]. « Expériences sur la résistance des bois ». ENPC ms. Fol. 86.
- 1798. *Traité analytique de la résistance des solides et des fluides d'égale résistance* Paris. Firmin-Didot.
- 1799. « Notice sur l'aménagement et le produit des terres de la province de Damiette ». *Décade égyptienne*, tom. 1. Le Caire. Institut d'Égypte.
- 1800. « Mémoire sur l'agriculture, l'industrie et le commerce de la Haute Égypte », *Décade égyptienne*, Tom. III, 1800. Le Caire. Institut d'Égypte. Réimprimé dans *Description de l'Égypte*.
- 1802a. « Description topographique de la vallée d'égarement ». *Mémoires sur l'Égypte*, 3 (1801-1802), 360-380. Paris. Didot l'aîné.
- 1802b. 'Mémoire sur les irrigations'. *Mémoires sur l'Égypte* (1801-1802) 329-356. Paris. Didot l'aîné.
- 1803a. *Rapport à l'assemblée des Ponts et Chaussées sur le projet général du canal de l'Ourcq*. Paris. Imprimerie de la République.
- 1803b. *Notice sur les jauges de la rivière de l'Ourcq et de ses affluents*. Paris. Imp. Impériale.
- 1804a. *Essai sur le mouvement des eaux courantes*. Paris. Imprimerie de la République.
- 1804b. « Mémoire sur une modification proposée au projet du Canal de l'Ourcq », par l'ingénieur en chef de ce canal, le 11 germinal an XII [1er avril 1804]. ENPC ms 2558.
- 1805a. *Notice sur les jauges de la rivière de l'Ourcq et de ses affluents*. Paris. Imprimerie Impériale.
- 1805b. « Mémoire sur le nivellement général de la France, et les moyens de l'exécuter », Paris. *Journal des mines*, tome XV11, 297-306.

- 1806-1819. *Devis général du Canal de l'Ourcq, depuis la première prise d'eau à Mareuil jusqu'à la barrière de Pantin*. Paris. Imprimerie Impériale. [Le développement est précédé, dans ce dernier, d'un avertissement stipulant un retard de la parution de ce devis en conséquence de quoi 'une partie des ouvrages dont il traite est déjà terminé] 1819 Paris. Vve Courcier.
- 1807 ? (date incertaine). « Mémoire sur les divers procédés de jaugeage employés pour mesurer le volume de la rivière Ourcq ». ms. en Girard 1831-1843, 1 (1831), 537-570.
- 1808. *Devis des ponts à bascule à construire sur le canal de l'Ourcq*. Paris. Imprimerie Impériale.
- 1809. 'Mémoire sur l'écrasement des solides composés de molécules agglutinés'. ENPC ms.1596.
- 1810a. *Recherches expérimentales sur l'eau et sur le vent, etc, trad. de l'anglais, et précédées d'une Introduction*. Paris. Chez Courcier.
- 1810b. 'Sur l'écrasement des corps solides composés de molécules agglutinés'. Paris. *Journal des mines*, tome xxvii.
- 1812a. *Mémoire pour servir d'introduction au devis général pour la distribution des eaux du Canal de l'Ourcq dans l'intérieur de Paris*. Paris. Imprimerie Impériale.
- 1812b. *Description générale des différens ouvrages à exécuter pour la distribution des eaux du canal de l'Ourcq dans l'intérieur de Paris et devis détaillé de ces ouvrages*. . Paris. Imprimerie Impériale. 1819. Paris. Vve Courcier.
- 1812c. *Recherches sur les eaux publiques de Paris, les distributions successives qui en ont été faites et les divers projets qui ont été proposés pour en augmenter le volume*. Paris. Imp. Imp.
- 1812d. « Note sur l'attraction moléculaire ». ENPC ms 1383.
- 1813a. « Description de la Vallée de l'Égarement (en Égypte) et conséquences géologiques qui résultent de la reconnaissance qu'on a faite » Paris. *Journal des mines*, tome XXXIV. Imprimé aussi dans la *Description de l'Égypte*.
- 1813b. *Recherches sur les eaux publiques de Paris*. Paris. Imp. Impériale.
- 1814. « Mémoire sur les atmosphères liquides, et leur influence sur l'action mutuelle de molécules solides qui les enveloppent », Paris. *Mém. Acad. Sc.*, Tome IV, 1814.
- 1816a. 'Mémoire sur le mouvement des fluides dans les tubes capillaires'. *Mémoires de la première classe de l'Institut* (1813-15/16), 249-380.
- 1816b. « Mémoire sur l'écoulement de l'éther [...] par des tubes capillaires de verre », *Annales de chimie physique*, (2) 6, 225-239, 334-336.
- 1816c. *Mémoire sur les mesures agraires des anciens Égyptiens*. Paris. Imp.royale.
- 1817a. *Discours prononcé aux funérailles de M. Rochon*. Paris. Académie des sciences.
- 1817b.. *Observations sur la vallée d'Égypte et sur l'exhaussement séculaire du sol qui la recouvre*. Paris. Imp. Royale.
- 1817c. [avec Prony et Louis-Joseph Gay-Lussac]. Rapport fait à l'Académie royale des sciences sur un ouvrage de M. Vicat, publié 1819. Paris. Firmin Didot.

- 1817d. (avec Prony et Jean-Baptiste Biot) Rapport à l'Académie royale des sciences sur le balancier hydraulique de M. d'Artigues, le 26 mai 1817 (ENPC ms 1203/8).
- 1818a. « Mémoire sur l'écoulement linéaire de diverses substances liquides par des tubes capillaires de verre », *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1 (1816/18), 187-259.
- 1818b. « Mémoire sur le mouvement des fluides dans les tubes capillaires, et l'influence de la température sur ce mouvement ». Paris. *Mémoires de l'Institut*, tome XIII, 1818.
- 1818c. « Mémoire sur l'écoulement de l'éther et de quelques autres fluides par des tubes capillaires de verre », Paris. *Id. id.*
- 1818d. « Mémoire sur les inondations souterraines auxquelles sont exposées périodiquement plusieurs quartiers de Paris », *Mém. Acad. Sc.*, 15 juin 1818.
- 1819a. Voir 1812b.
- 1819b. « Observations sur la vallée d'Égypte et sur l'exhaussement séculaire du sol qui la recouvre », Paris. *Mém. Acad. Sciences*, tome 11, 1819.
- 1819c. *Mémoire sur l'écoulement uniforme de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné, dans les tuyaux de conduit lu à l'Académie des sciences le 12 juillet 1819.* Paris. Feugueray.
- 1820. *Devis général du canal Saint-Martin.* Paris. Goeury.
- 1821a. « Recherches sur les canaux de navigation », Pie. 4, *Ann. Chim. Phys.*, (2) 32, 36-53, 131-166, 286-294.
- 1821b. *Nouvelles observations sur le canal Saint-Martin et supplément au devis général qui en a été publié.* Paris. Vve. Courcier.1822a. *Mémoire sur l'agriculture, l'industrie et le commerce de l'Égypte.* Paris. Imprimerie royale.
- 1822b. *Renseignements utiles sur l'embouchure du canal du duc d'Angoulême à Saint-Valérie-sur-Somme.* Paris. Rignoux.
- 1823a. « Application des principes de la dynamique à l'évaluation des avantages respectifs des divers moyens de transport », *Revue encyclopédique*, 23, 5-18.
- 1823b. « Mémoire sur le nivellement général de la France », *Bulletin de la Société géographique*, Paris, 4, 291-305.1824.
- 1823c. « Sur l'explosion de la machine à vapeur d'Essonne », *Ann. Chim. Phys.* 2 (22), 203-209.
- 1823d. « Sur la description hydrographique et historique des Marais Pontins par M. de Prony », *Revue encyclopédique*, 13, 351.
- 1824a *Considérations sur les avantages des divers moyens de transport.* Paris. Rignoux.
- 1824b. *Mémoire sur le canal de Soissons destiné à joindre le canal de l'Ourcq aux canaux des Ardennes et de Saint-Quentin.* Paris. Bachelier ; Carilian-Goeury.
- 1824c. « Critique de S. Carnot sur la thermodynamique », *Rev. Enc.*, 23, 411-414.
- 1824d. « Sur l'explosion de la machine à vapeur d'Essonne », *Ann. Chim. Phys.* , 2 (22), 203-209.
- 1824e. « Mémoire sur les atmosphères liquides », *Mém. Acad. sc.* 4 (1819-1820/24) 1-98.

- 1825 *Sur la description hydrographique et historique des Marais Pontins par M. de Prony*. Paris. Rignoux.
- 1826a. *Du dessèchement général de Paris, de ses rues et de leur assainissement*. Paris. Renouard.; Bachelier. Carilian-Goeury.
- 1826b. « Mémoire sur l'écoulement de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carbonate dans les tuyaux de conduite », Paris. *Mem. Acad. Sc.*, tome v 1826.
- 1826c. « Recherches sur les canaux de navigation, considérés sous le rapport de la chute et de la distribution de leurs écluses », partie 4 , *Ann chimie physique* (2)32, 36-53, 131-166, 286-294.
- 1826d. « Rapport fait à l'Académie des sciences sur un mémoire intitulé 'Mémoire sur les digues de Cherbourg, etc.' (avec Dupin et Prony, Girard rapporteur» *Mém. Acad. Sc.* V 1826.
- 1826e. « Rapport sur une nouvelle machine à feu, présentée à l'Académie, et exécutée aux abattoirs de Grenelle par M. le Marquis de Manoury-Ectot », *id.*
- 1826f. « Application des principes de la dynamique à l'évaluation des divers moyens de transport », *Id.*
- 1826g. « Mémoire sur le nivellement général de la France, et les moyens de l'exécuter », *Id.*
- 1826h. « Troisième mémoire sur les canaux de navigation, considérés sous le rapport de la chute et la distribution de leurs écluses », *Id.* Tome viii, 1826.
- 1826i. « Sur la description hydrographique et historique des Marais Pontins par M. de Prony », *Revue encyclopédique*, 13, 351.
- 1827a. « Rapport verbal fait à l'Académie des sciences dans sa séance du 19 mars 1827 sur le mémoire de Lamblardie : canal maritime de Paris au Havre »
- 1827b. *Recherches sur les grandes routes, les canaux de navigation et les chemins de fer*. Paris. Huzard-Courcier. [C'est l'introduction au Mémoire sur les grandes routes, les chemin de fer, et les canaux de navigation, traduit de l'allemand de M.F. Gerstner, par M. O. Terquem, et publiée la même année : M. P. S Girard ne l'a fait tirer séparément qu'à une douzaine d'exemplaires]
- 1827c. *Mémoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de navigation..* Introduction à la traduction de l'ouvrage de F. de Gerstner (Prague 1813) par Olry Terquem, Paris, Bachelier.
- 1827d. *Observations sur un mémoire de M. Pattu : « Développements des bases d'un projet de déversoir maritime par M. Lamblardie »* (barrage à l'embouchure de la Seine). Paris. P. Renouard.
- 1830a. « Rapport fait à la société de Géographie sur un canal projeté à travers la Floride pour joindre l'Océan au Golfe du Mexique », Paris. *Journ. génie civil*, tome X, 1830.
- 1830b. « Discours aux funérailles de M. le baron Fourier », *Journ. gén. Civ.*, 9 (1830) 346-356.
- 1831. *Simple exposé de l'état actuel des eaux publiques de Paris et considérations succinctes sur le meilleur emploi du revenu qu'on en retire* Paris. Carilian-Goeury.
- 1831-1843. *Mémoires sur le Canal de l'Ourcq*, 2 tomes. Paris. Carilian-Goeury (tome 2, posthume, éd. Favier, J.L.).

- 1832a. *Recherches sur les établissements de bains publics à Paris depuis le Vie siècle jusqu'à présent*. Paris. E. Crochard.
- 1832b. *État des services de Pierre Simon Girard*. Paris. Renouard [Rare ENPC].
- 1833. P.S. Girard : Francisco Javier Barra. *Comparación entre los caminos ordinarios, los caminos de hierro, y los canales de navegación*. Madrid. M. de Burgos.
- 1834. 'Revue de L. Poincot, « Théorie nouvelle de la rotation des corps ». *J. Savants* , 423-437.'
- 1836. *Discours prononcé aux funérailles de M. Navier*. Paris, Académie des sciences.
- Sans date : « Méthode de jaugeage des eaux, employée par Mr Girard, ingénieur en chef du Canal de l'Ourcq' » ENPC ms 2424 (voir Girard 1807 ?).

Annexe 2 – Références citées dans l'article

- Barles, Sabine. 1993. « La pédosphère urbaine : le sol de Paris XV111e – XXe siècles ». Thèse de doctorat. Paris. ENPC.
- Belgrand, Eugène. 1854. *Recherches statistiques sur les sources du bassin de la Seine*. Paris. Vinchon.
- Bradley, Margaret. 1998. *A career biography of Gaspard Clair François Marie Riche de Prony, bridge-builder, educator and scientist*. New York, Ontario and Lampeter. Mellen.
- Bradley, Margaret. 2012. *Charles Dupin (1784-1873) and his influence on France*. New York. Cambria.
- Bret, Patrice. 1998. *L'Égypte au temps de l'expédition de Bonaparte – 1798-1801*. Paris. Hachette.
- Carnot, Sadi. 1824. *Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu*. Paris. Bachelier.
- Chaptal, Jean-Antoine. 1893. *Mes souvenirs sur Napoléon*. Paris. Libr. Plon.
- Commission des sciences et arts d'Égypte. 1809-1822. *Description de l'Égypte, ou Recueil des observations et des recherches qui ont été faites en Égypte pendant l'expédition de l'armée française*. Paris. Imprimerie Impériale. 2e édition, Paris Panckoucke.
- Corréard, Alexandre. 1829 . « Avis important adressé à MM. les ingénieurs des ponts et chaussées » *JGC*, 3.
- Denon, Vivant, Kendall, Edward Augustus. 1803. *Travels in Upper and Lower Egypt* (translated from the French). New York. Heard and Forman.
- Dunham, Arthur Louis. 1955. *Industrial Revolution in France, 1815-1848*. New York. Exposition Press.
- Dupin, Charles . 1836. *Discours prononcé aux funérailles de M Girard*. Paris. Didot frères, *Mon.Univ.* 19 (12) 1836, 2200-2201, 1843. *Mémoires sur le Canal de l'Ourcq*. Paris. Carlian-Goery, iii-v.
- Fox, Robert. 1986. Edition critique de Carnot, Sadi, *Réflexions sur la puissance motrice du feu* (1824). Manchester. Manchester University Press.
- Fressoz, Jean-Baptiste. 2007. 'The gas lighting controversy', *Journal of urban history*, 35, 5, 729-755. London. Sage periodicals press.
- Gillispie, Charles. 1980. *Science and polity in France at the end of the old regime*. Princeton. PUP.
- Graber, Frédéric. 2009. *Paris a besoin d'eau*. Paris. CNRS.
- Grattan-Guinness 1990. *Convolutions in French Mathematics, 1800-1840*. Basel, Boston, Berlin. Birkhäuser Verlag.
- Herold, J. Christopher. 2009. *Bonaparte in Egypt*. Tucson, AZ. Fireship Press
- Jollois, Prosper, *Description de l'Égypte* (op.cit.), chapitre V11.

- Lindroth, Simon et Leijon, Mals. 2011. 'Offshore wavepower measurement – a review.' *Renewable and sustainable energy reviews*, vol. 15 (9), 4274-4285. Amsterdam. Elsevier.
- Masson, Francine. 1997. « L'Expédition d'Égypte ». *ABC Mines*, 12, décembre 1997.
- Nodier, Charles & Pichot, Amédée. 1823. *Essai critique sur le gaz hydrogène et les divers modes d'éclairage*. Paris. Rousseau et Aimé André. Lille. Vanackere.
- Picon, Antoine. 1993. « Entre ingénieur et architecte - L'itinéraire d'Emiland-Marie Gauthey », dans Coste, Picon et Sidot (éds), *Un ingénieur des Lumières - Emiland Marie Gauthey*. Paris. Presses de la ENPC, 207-236.
- Prony, Gaspard C-F-M. 1790. *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*. Paris. Didot.
- 1796. *Nouvelle architecture hydraulique*. Paris. Didot fils aîné.
- 1800. *Mécanique philosophique*. Paris. Imp. de la République.
- Richet, Charles. 1933. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 197 (décembre 1933) 1481-1486.
- Richet, Charles. 1934. *Un hygiéniste oublié : Pierre-Simon Girard*. Caen. (s.n) (extrait de *L'année médicale de Caen et de Basse Normandie*, 1933 (6) 142-147) [très rare, Bibl. de l'Univ. de Caen].
- Wolf, Stewart. 1993. *Brain, Mind and Medicine: Charles Richet and the Origins of Physiological Psychology*. New Brunswick, New Jersey. Transaction Publishers.