

La communication scientifique et technique par les outils graphiques 1750-1850

Des outils graphiques éléments de base d'un langage universel pour des échanges entre concepteurs et constructeurs

Le dessin linéaire, ou autrement nommé dessin technique, industriel ou de construction, a vu ses fonctions et ses usages évoluer dans les échanges entre concepteurs et constructeurs. Il nous semble qu'une analyse sur trois périodes successives : 1750-1850, 1850-1970 et 1970 à nos jours soit susceptible de nous aider à mieux cerner ce langage et de mesurer la place qu'il occupe aujourd'hui. La première phase se caractérise par une expansion du machinisme associée à un développement des structures de production de biens et de services. La seconde est souvent dite correspondre à *l'âge d'or du dessin technique* car il y est progressivement observé une normalisation, une forme de démocratisation de ce langage qui est progressivement introduit dans les programmes de formations générales et professionnelles des élèves. Quant à la dernière, elle est empreinte des outils informatiques dont nous observons aujourd'hui la généralisation.

Mais le découpage ci-dessus proposé ne doit pas laisser sous silence le fait que le dessin linéaire est très tôt retenu par les bâtisseurs et les architectes dans le cadre de la réalisation des ouvrages et des édifices. Il entre bien vite dans la composition d'une sorte de cahier des charges prenant en compte les critères de fiabilité, de fonctionnalité du projet et, bien évidemment, les attendus d'ordre esthétique. Les bâtisseurs de l'Antiquité gréco-romaine, du Moyen Âge et de la Renaissance ont laissé trace, par le trait, de leurs projets de construction. À cet effet, citons l'ouvrage de l'érudit et savant français Samuel Marolois (1572-1627) traitant de la perspective, mais d'une perspective construite ¹.

1. MAROLOIS Samuel (1572-1627), *Perspective contenant la théorie, pratique et l'instruction fondamentale d'icelle*, Amsterdam, Jean Janson, 1628.

Ce livre est une référence pour les architectes et aussi pour les artistes, comme le sera plus tard, par exemple, celui commis par Pierre-Jean Mariette et contenant *Les Ordres de Vignole, les Instructions et les Préceptes de Michel-Ange, ou l'Art de bâtir de A. d'Aviler*². L'architecture civile, l'architecture militaire et l'architecture navale sont des domaines de construction qui s'affirment en matière d'usage des outils graphiques depuis l'idée ou l'invention jusqu'à la réalisation de projets. En architecture navale tout particulièrement, la transmission des connaissances et des savoir-faire se réalise très tôt par des plans qui associent des représentations en perspective et des projections orthogonales. Des ingénieurs-constructeurs tels que Pierre Bouguer³ (Figure 1), Henri-Louis Duhamel Du Monceau⁴, Honoré-Sébastien Vial Du Clarbois⁵, ont su définir, par le

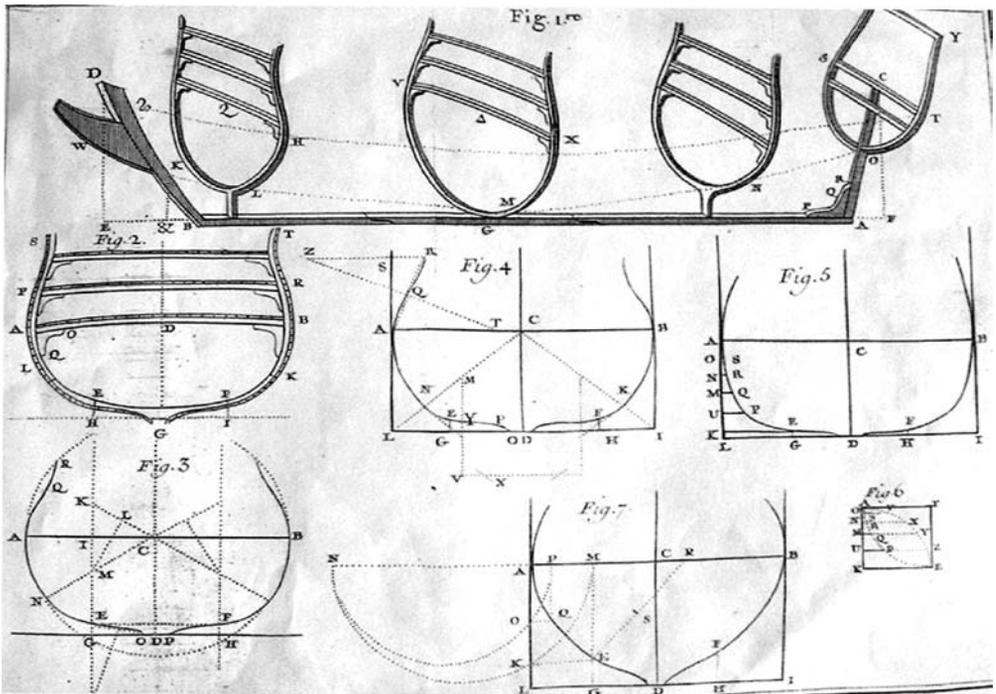


Figure 1

Pierre BOUGUER, *Quatre méthodes pour le tracé des gabarits de membrures d'un navire* (*Traité du navire...*, ch. L, planche 1^{re}, cote 17317)

2. MARIETTE Pierre-Jean (1694-1750), collectionneur, graveur et essayiste français, *Cours d'Architecture*, Paris, Charles-Antoine Jombert, 1760.
3. BOUGUER Pierre (1698-1758), hydrographe, professeur à l'école d'hydrographie du Croisic, *Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements*, Paris, Charles-Antoine Jombert, 1746.
4. DUHAMEL DU MONCEAU Henri-Louis (1700-1781), agronome, inspecteur général de la Marine, *Éléments de l'architecture navale ou traité pratique de la construction des vaisseaux*, Paris, Charles-Antoine Jombert, 1752.
5. VIAL DU CLAIRBOIS Honoré-Sébastien (1733-1816), ingénieur-constructeur, *Traité élémentaire de construction des vaisseaux à l'usage des élèves de la marine*, Paris, Clousier, 1787.

plan, l'épure ou la coupe, la disposition des membrures sur la quille du vaisseau à mettre en chantier. Les tracés ne souffrent pas d'une quelconque improvisation mais sont dictés par des études théoriques de physique et de mécanique préalables et par un respect de règles et de conventions liées au graphisme, à l'art du dessin linéaire.

Le dessin à vue d'objet, les dessins perspectifs et la géométrie descriptive

La représentation graphique souvent dite à «vue d'objet» ou «d'après nature» est longtemps utilisée pour montrer, décrire ou inventorier, tant par l'artiste peintre que par les acteurs des arts industriels. La frontière susceptible d'exister entre le *dessin artistique* et le dessin aujourd'hui nommé *dessin industriel* ou encore *dessin de construction* n'est pas toujours aussi tranchée, aussi distincte. Nous sommes intéressés à un manuscrit datant de 1738, œuvre d'un contremaître en exercice à l'arsenal de Brest, un certain Bellec. Cet ouvrage unique, intitulé *Recueil général des outils dont on se sert dans les ateliers d'un port de marine* procède à un inventaire des équipements d'un arsenal. Les divers outillages et matériels de chaque secteur d'activité sont représentés selon nature, sous forme de perspectives non construites et réalisées à vue d'objet (Illustration 1). Les dessins sont coloriés selon trois dominantes, le bleu, l'ocre et le rouge. Bellec «photographie» les objets et n'en donne qu'une «image» des formes et des contours extérieurs.

La représentation des objets en perspective coloriée est systématique mais afin de mieux saisir l'agencement et le fonctionnement de machines ou de systèmes complexes, l'auteur y ajoute des projections orthogonales et y procède parfois à des coupes pour «voir l'intérieur». Les dessins, de toute beauté, nous renvoient à cette question de frontière entre art et technique. Nous avons repéré dans ce recueil le dessin aquarellé d'une grue de levage (Illustration 2) et fait le parallèle avec la représentation de cette même grue par un artiste peintre hollandais, Louis-Nicolas Blarenberghe. L'œuvre, une huile sur toile, s'intitule *Le Port de Brest* et date de 1774 (Illustration 3). Au centre du tableau figure une grue de levage et nous observons que la représentation de l'artiste-peintre est quasi superposable à celle retenue par le marin-technicien.

C'est une démarche semblable à celle de Bellec que retient l'officier de marine Deslongchamps⁶ (Illustration 8) en 1763 pour composer son *Recueil de machines, d'outils et ustensiles, en usage pour la construction et carène des vaisseaux, et de tout ce qui se rapporte à leurs armements*.

La représentation en perspective constituera l'outil graphique par excellence pour décrire et faire connaître l'existence d'objets. Sa lecture,

6. DESLONGCHAMPS l'aîné (Brest 1721-Brest 1771), lieutenant des vaisseaux du roi et du port de Brest. *Pégoulière*: pot en fonte utilisé pour la préparation du mélange de chanvre et de goudron utilisé pour assurer l'étanchéité des carènes des vaisseaux, pour assurer le calfatage des joints de bordage d'un navire.

son décodage en quelque sorte, demeure accessible au plus grand nombre, du moins si le lecteur ne centre pas son intérêt sur l'architecture interne et sur le fonctionnement des objets, une vision globale d'ensemble lui donnant satisfaction.

L'ingénieur-constructeur Honoré-Sébastien Vial Du Clairbois, en poste au port de Brest, dresse la nomenclature des éléments constitutifs d'un vaisseau en prenant appui sur des dessins en perspective. Les modes opératoires, quant à eux, sont dictés par un texte prenant appui sur des projections orthogonales. Dans son traité de construction il est dit : «Lorsqu'on veut représenter les objets en perspective, on les suppose à une certaine distance et dans une certaine position à l'égard de l'œil; mais comme dans les arts, en les représentant, on a souvent besoin de conserver les dimensions relatives à toutes les parties, on ne fait ordinairement que les projeter sur des plans». En ces termes, il souligne les limites de la représentation en perspective dès qu'il est question de construire. Nous observons que cet ingénieur a également recours au graphisme pour préparer les installations de chantiers comme pour définir les assemblages des nombreux et différents éléments qui constitueront le vaisseau (Figure 2).

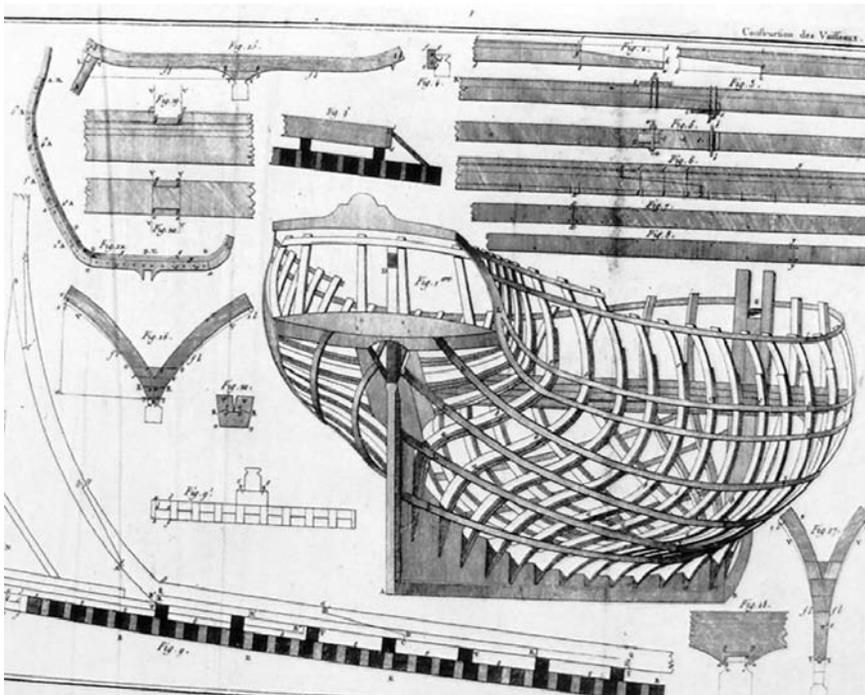


Figure 2

VIAL DU CLAIRBOIS, *Traité élémentaire de la construction des vaisseaux*, 1787

(Ch. L, cote 17318)

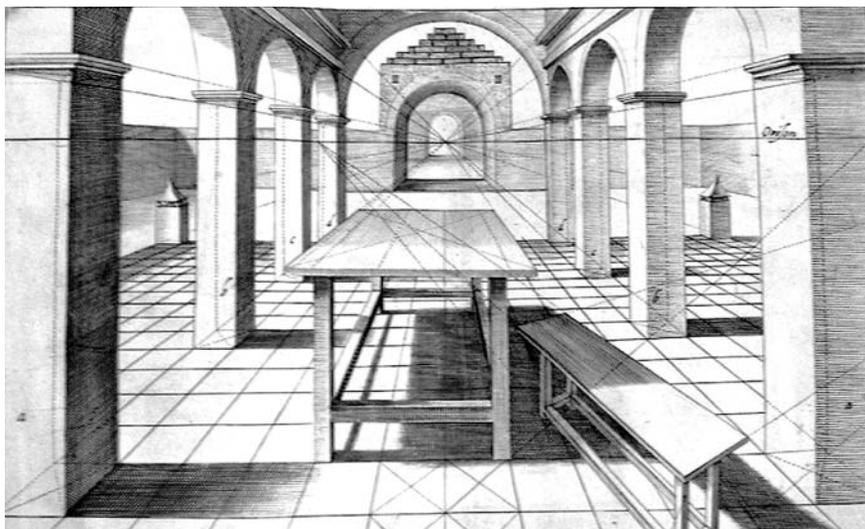


Figure 3

VREDEMAN, *Mobilier, Perspectiva*, 1604
(Ch. L., cote 855 Rés)

La perspective, dans ses aspects mathématiques et artistiques, demeure un centre d'intérêt pour des scientifiques. Un regard sur des travaux de recherche et des publications antérieures à 1750 est susceptible de montrer la place prise par cet outil de représentation graphique dans les différents domaines de la production humaine. Nous retenons les publications du Hollandais Han Vredeman ⁷ (Figure 3) et celles, déjà mentionnées, du Français Samuel Marolois. Ces auteurs militent pour une image construite pour l'architecture civile et pour le mobilier. Les planches magnifiques laissent apparaître les lignes de construction. Plus d'un siècle plus tard, le mathématicien français, Jacques Ozanam ⁸ consacre le quatrième tome de son *Cours de mathématique* à l'art de la perspective qu'il dit être « un art par lequel on imite la nature, en représentant tous les objets comme ils paraissent à la vue et qui enseigne à faire tenir dans un espace très petit des sujets fort étendus ».

Plus de cent années après la parution du cours de perspective construit à partir de l'ouvrage de Ozanam, Brisson, élève de Gaspard Monge à l'École polytechnique apporte sa contribution relative à la théorie des ombres et à la perspective. Cet inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées met en forme un complément ⁹, à partir, dit-il, « de papiers laissés par Monge,

7. VREDEMAN DE VRIES Han (1526-1609), peintre, architecte, ingénieur et créateur, *Perspectiva*, 1604.

8. OZANAM Jacques (1640-1717), mathématicien français, *La Perspective théorique et pratique*, 1720, tirée du cours de mathématique de Jacques OZANAM, *Dictionnaire mathématique ou idée générale des mathématiques*, Paris, Jombert, 1691.

9. MONGE Gaspard et BRISSON, *Géométrie descriptive*, 5^e édition, augmentée d'une théorie des ombres et de la perspective, Paris, Bachelier, 1827.

et dont M^{me} Monge a bien voulu me confier le dépouillement et l'examen». À propos de la détermination des ombres, Gaspard Monge voit un auxiliaire avantageux pour comprendre les formes des objets. Il souligne l'avantage de faire figurer les ombres sur les projections : «Si l'on a la projection horizontale et la projection verticale, l'une et l'autre avec les ombres construites, ces deux projections seront plus aisées à lire, et montreront plus facilement l'objet que si l'on avait que les projections nues et sans ombres». Son cours de Géométrie descriptive, leçons données aux écoles normales, paru en 1799 traite de la projection de la figure, de l'objet sur les plans horizontal et frontal de projection afin d'en déterminer les trois dimensions.

En 1834 est édité le traité de géométrie descriptive de C. F. A. Leroy, professeur à l'École polytechnique et maître de conférences à l'École normale. Cet ouvrage comporte une collection de soixante planches correspondant à des épures dont nous donnons un exemple (Figure 4).

Il le fait suivre d'un second ouvrage paru en 1844, *Traité de stéréotomie*¹⁰. Il y est question d'applications de la géométrie descriptive, à savoir, la théorie des ombres, la perspective linéaire, la gnomonique¹¹, la coupe des pierres et la charpente.

Des outils graphiques des architectes au service des arts mécaniques

L'essentiel de notre propos cible la période allant approximativement de 1750 à 1850. Dès le début du siècle, l'invention de machines, surtout dynamisée pour apporter une réponse à la production et à la fabrication de biens, va se caractériser par l'exigence de définitions, par le trait, de systèmes mécaniques toujours plus nombreux et complexes. Les arts mécaniques s'inspirent des outils graphiques de l'architecte pour faire connaître les machines et les systèmes techniques, pour expliquer leur fonctionnement et les conditions de leur fabrication et de leur mise en œuvre. Ainsi, l'ingénieur Jean Gaffin Gallon¹² répond à la demande de l'Académie royale des sciences qui souhaite établir un inventaire de machines et d'inventions (Figure 5).

Cet ingénieur, né à Brest, commet un ouvrage en sept tomes et c'est par le dessin, réalisé sur 432 planches, qu'il décrit et définit pas moins de 377 machines et inventions. Les planches sont essentiellement composées de vues en perspective de machines recensées entre 1666 et 1754. Parfois des projections orthogonales, en vue extérieure ou en coupe, partielles ou non, précisent la distribution des éléments constitutifs et leur fonction. Ces vues complémentaires s'avèrent bien utiles au lecteur qui souhaite s'approprier les textes descriptifs d'accompagnement.

10. Stéréotomie : application de la géométrie à la coupe des pierres et des matériaux de construction.

11. Gnomonique : art de tracer des cadrans solaires, gnomon, instrument utilisé pour déduire de la longueur de l'ombre portée par un petit style la hauteur du soleil et, par suite, l'heure approximative.

12. GALLON Jean-Gaffin (1706-1775), ingénieur, *Machines et inventions approuvées par l'Académie royale des sciences*, Paris, Martin, Coignard et Guérin, 1735.

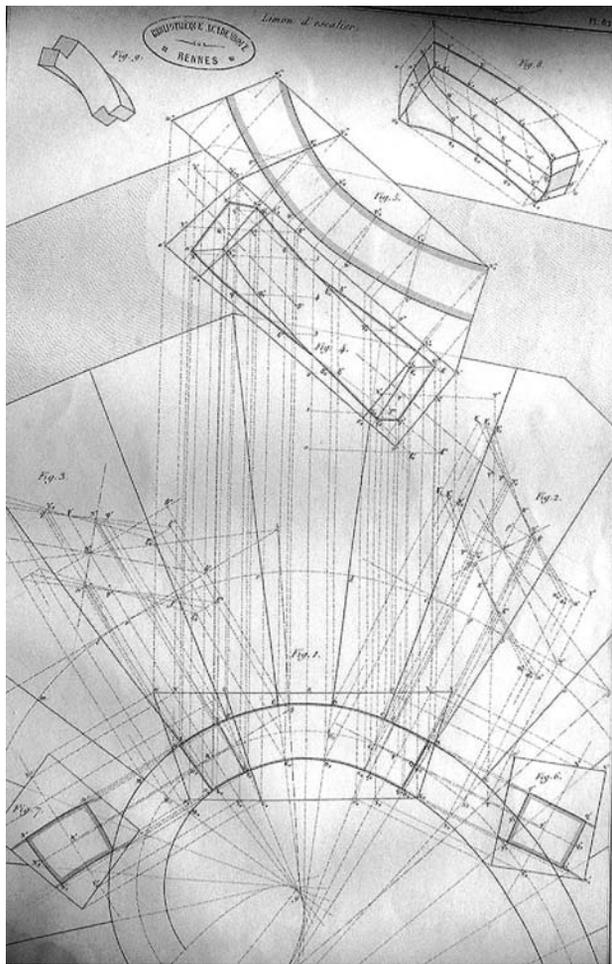


Figure 4
 C. F. A. LEROY, *Épure d'un limon d'escalier*
 (*Traité de perspective*, 1834, Bibliothèque universitaire, Rennes 1, cote 10224)

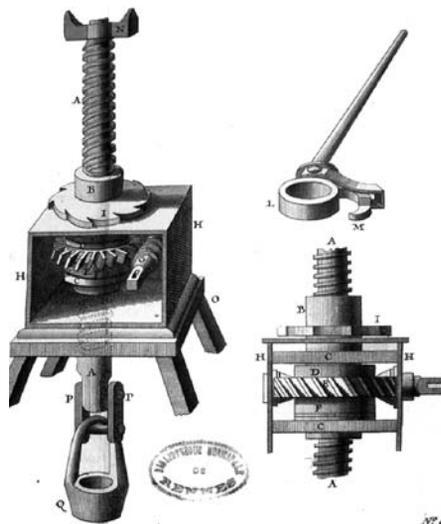


Figure 5
 ATALA n° 10, «Sciences et techniques, Modalités de l'innovation, Enjeux de la diffusion», 2007
 Jean-Guyon GALLON, *Cric de levage*
 (*Machines et inventions*, 1735, Ch. L, cote 29179)

Dans le prolongement d'un trait pour décrire, ce sont la composition et la distribution interne des sous-ensembles élémentaires qui se définiront par un usage rationnel et organisé des outils graphiques dont la généralisation a été observée en architecture.

Dès le début du XIX^e siècle, la promotion du graphisme pour communiquer est assurée par un bon nombre de savants et d'ingénieurs tels que Gaspard Monge, José-Maria de Lanz (1764-1824), Augustin de Bethencourt y Molina (1760-1826), Jean-Nicolas-Pierre Hachette (1769-1834) ou encore Giuseppe-Antonio Borgnis (vers 1780) qui parle «d'un dessin pour fixer les idées» (Figure 6). Se répertorient et se construisent alors des classes de systèmes mécaniques élémentaires qui se définiront graphiquement. Cette classification et cette organisation ne sont pas sans présenter bien des ana-

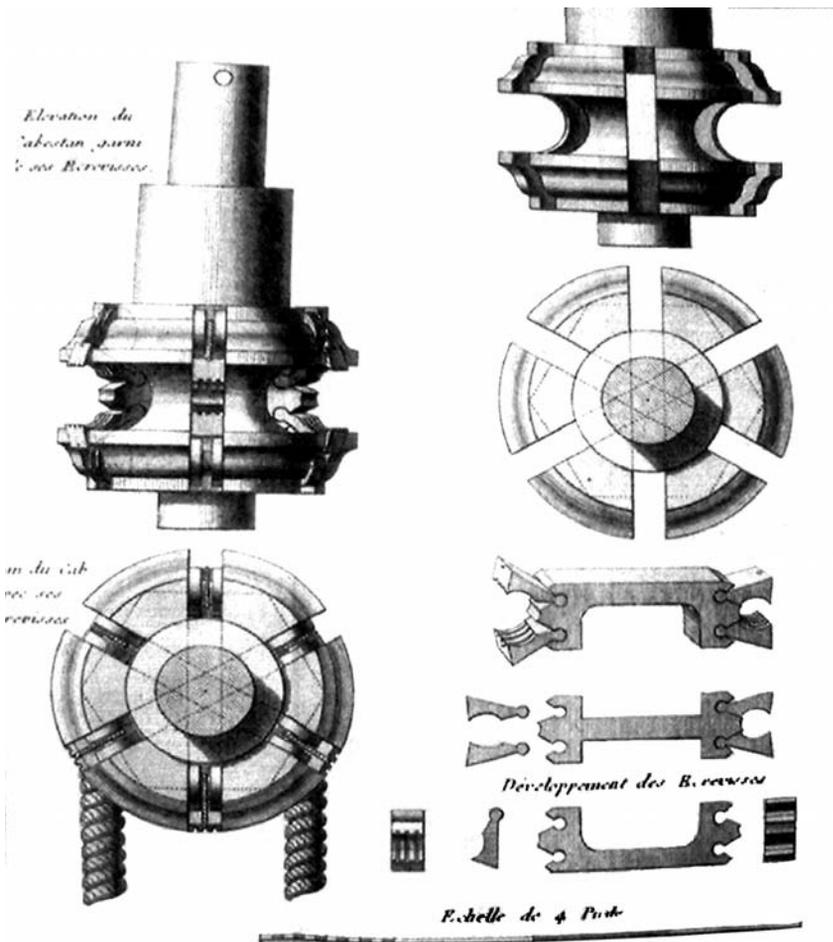


Figure 6

Giuseppe-Antonio BORGNIS, Cabestan à écrevisses
(Traité complet de mécanique, 1818, ch. L, cote 29179)

logies ou similitudes avec le contenu de bibliothèques qui accompagnent les logiciels actuels de dessin de construction.

Par le livre composé de planches, ces scientifiques assurent la diffusion de leurs idées et le résultat de leurs travaux. Plusieurs traités de mécanique, dictionnaires et répertoires voient alors le jour. Les cours de dessin, appelés encore dessin linéaire, se développent grâce aux actions militantes de savants ingénieurs tel Charles Dupin ¹³, reconnu comme véritable acteur du développement de dessin géométrique et de la mécanique dans les arts et manufactures sur le territoire national.

L'âge d'or du dessin technique est annoncé

Au début du XIX^e siècle des cours de dessin linéaire s'établissent à l'École royale des arts et métiers, à l'École polytechnique ou à l'École centrale des arts et manufactures. En province, des cours de dessin technique et de géométrie appliquée aux arts mécaniques sont proposés aux artisans et aux ouvriers. Dans un document d'archives d'Ille-et-Vilaine nous relevons ces lignes :

Les différentes parties du dessin doivent procurer à l'avenir à chaque ouvrier la faculté d'exécuter, lui-même et sans recours, les différents ouvrages que son génie particulier pour son art lui fait imaginer.

Ce langage se démocratise et ses codes et signes vont progressivement se définir et se stabiliser, les projections orthogonales se substituant aux représentations en perspective ou au dessin dit « à vue d'objet ». Le caractère universel du trait du dessinateur va faciliter la communication et les échanges entre les concepteurs et les constructeurs. À la veille de l'ouverture du Conservatoire national des arts et métiers, le mathématicien Gaspard Monge ¹⁴ fait d'ailleurs éditer un ouvrage intitulé : *Description de l'art de fabriquer des canons*, et dont l'objet est de promouvoir une fabrication organisée de « bouches à feu ». Les outils graphiques sont systématiquement mis en œuvre pour définir les éléments constitutifs de cet armement. L'organisation de l'usine et les procédés de fabrication sont décrits par un trait dont Gaspard Monge estime l'usage incontournable, « pour faire la description de la fabrication des canons, afin de donner à toutes les usines que l'on met en activité dans ce moment, les moyens de mouler, fondre et forer promptement les canons dont la République a besoin ». Les canons étant de différents calibres, G. Monge précise les cotes sur les plans auxquels sont jointes des tables de dimensions et les proportions à respecter (Figure 7).

13. DUPIN Charles (1784-1873), officier supérieur au corps de génie, professeur, conseiller d'État, ministre de la Marine, *Géométrie et mécanique appliquée aux arts et métiers et aux beaux arts*, Paris, Bachelier, 1825.

14. MONGE Gaspard (1746-1818), *Description de l'art de fabriquer des canons*, Paris, Comité de salut public, 1793.

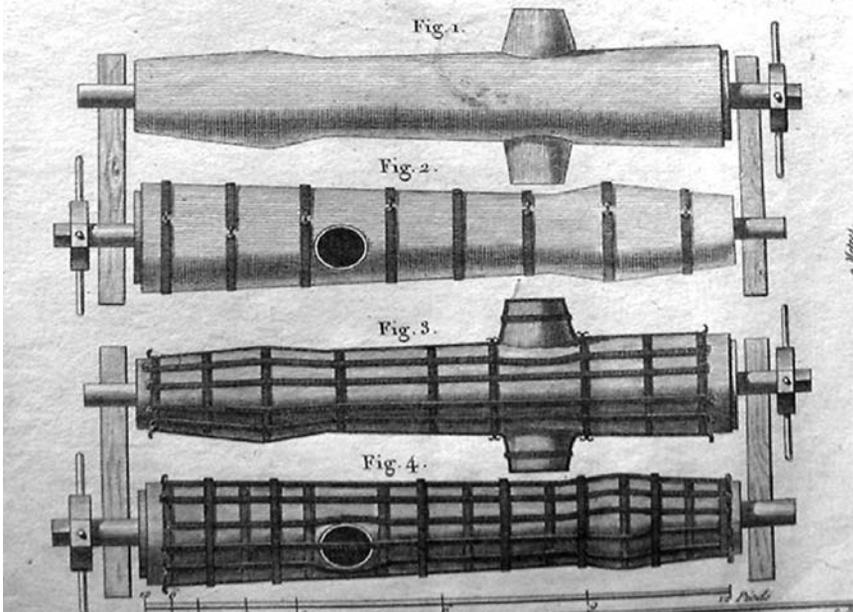
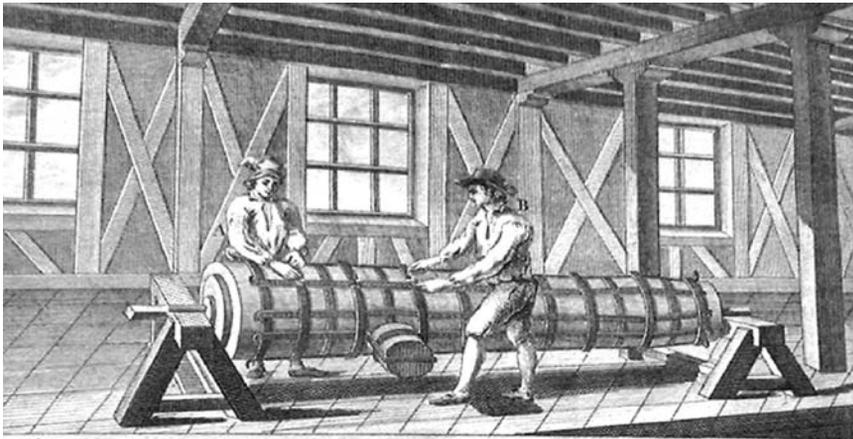


Figure 7

Gaspard MONGE, Moulage au sable

(Description de l'art de fabriquer des canons, 1793, Ch L, cote 17341)

La normalisation du trait s'établit peu à peu. L'analyse du résultat des travaux de César-Nicolas-Louis Leblanc¹⁵, professeur de dessin au Conservatoire royal des arts et métiers et la lecture de l'un de ses ouvrages confirment cette rationalisation. La maîtrise des outils graphiques va de pair avec des connaissances scientifiques et techniques associées aux matériaux, aux matériels et aux méthodes de production dans un contexte de développement

15. LEBLANC, César-Nicolas-Louis, vers 1790-1846, mécanicien, dessinateur, professeur de dessin de machines, *Choix de modèles appliqués à l'enseignement du dessin de machines*, Paris, Malmer, 1830.

du machinisme. Le dessin d'ensemble, accompagné de celui dit de détail des pièces constitutives de machines se généralise ainsi que nous pouvons l'observer en parcourant le *Cours de construction de machines* conçu par Charles Callon, professeur à l'École centrale des arts et manufactures et disponible dans sa seconde version en 1882. Parmi les nombreuses planches de machines ou systèmes techniques éprouvés, notre attention est retenue par quatre représentations graphiques d'une pompe à colonne d'eau mise en œuvre dans la mine de plomb argentifère de Huelgoat dans le département du Finistère, exploitation considérée alors comme l'une des plus importantes au plan national (Figure 8). Le «parcours» de cette pompe, même brièvement,

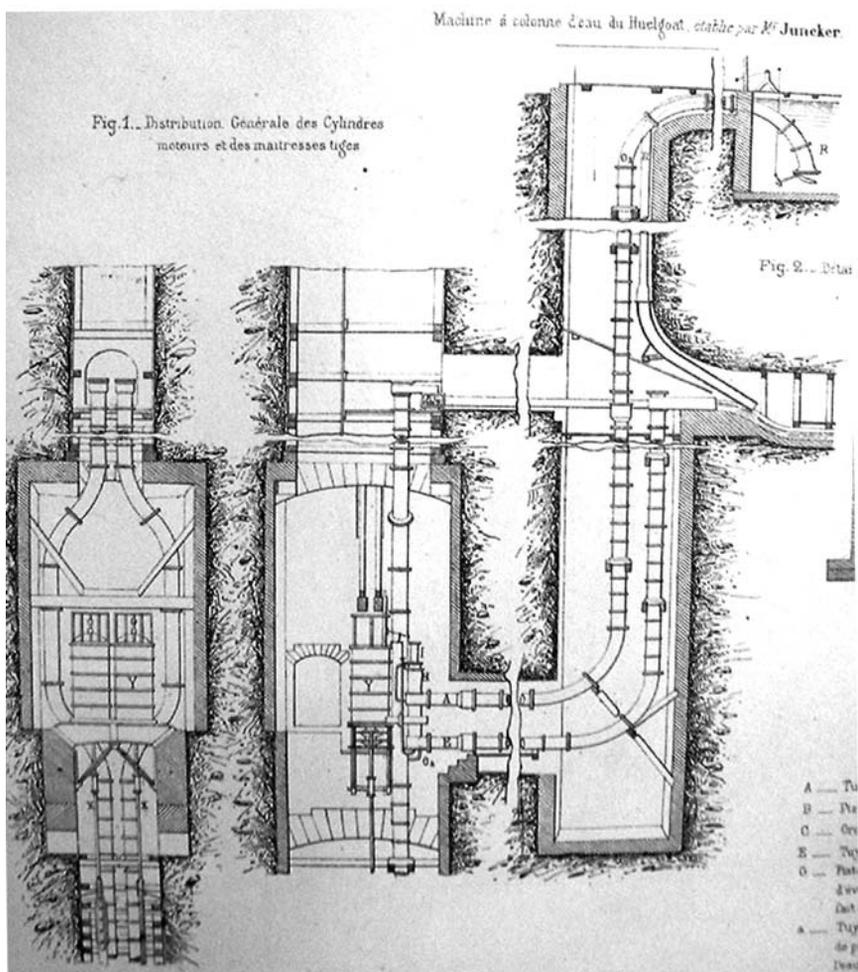


Figure 8

Pompe à colonne d'eau, mine de plomb argentifère de Poullaouen-Huelgoat, 1825

(Charles CALLON, *Cours de construction*, 1882,

Bibliothèque universitaire Rennes 1, cote 13293)

mérite d'être relaté. L'extraction du minerai y est cependant rendue difficile du fait de la grande affluence des eaux. Le rendement des pompes déjà installées est modeste et estimé à 20 %. Au vu de la vétusté des lieux et des modestes performances du matériel, le directeur de cette mine, Chrétien Auguste Juncker (1791-1865), oriente ses réflexions vers des machines à colonne d'eau installées à Salzbouurg en Autriche dans une mine d'extraction de sel à l'état liquide. Cet ingénieur des mines, issu de l'école polytechnique en 1811, décide de retenir le dispositif autrichien et il en dresse les plans en vue de la fabrication, en France, par l'entreprise Wilson à Charenton. Il fait éditer un mémoire qui sera repris par *Les Annales des mines, tome 8*. Les outils graphiques prennent ici une place de tout premier ordre et cette réalisation en sol breton retient également l'attention de l'Académie des sciences. Les commissaires de la dite académie, Navier et Poncelet, chargés d'étudier la contribution scientifique et technique de C. A Juncker dictent au rapporteur Arago tout le bien qu'ils pensaient de cette nouvelle installation... tout en regrettant qu'un tel joyau industriel fonctionne sur des terres si éloignées de la capitale, «il est vraiment regrettable qu'une telle machine si belle, si puissante, si habilement exécutée, et qui fait tant d'honneur à notre industrie, soit reléguée à l'une des extrémités de la France, dans un canton si peu visité». Il faut dire que les deux machines en place à Huelgoat avaient un rendement double de celles installées en Bavière. Les dimensions des pistons donnent une idée de l'imposant système : un mètre de diamètre pour une course de deux mètres trente.

C'est par le dessin que l'ingénieur Juncker «importe» ces pompes à colonne d'eau depuis l'Autriche jusqu'en France et c'est aussi par ce moyen qu'il prépare la concrétisation de ses idées relatives aux dispositifs de régulation des mouvements. La haute compétence acquise par Juncker est reconnue et c'est avec elle qu'il assurera la responsabilité de la mine de Poullaouen-Huelgoat durant plus d'un quart de siècle. L'Académie des sciences dira des dessins de Juncker :

Des planches magnifiques à grand point, où les ingénieurs trouveront tout ce qu'il importe de savoir sur la forme et l'ajustement des diverses parties de la machine de Huelgoat. Nous devons ajouter que le mémoire est rédigé avec méthode, avec clarté, avec précision et ce qui ne gêne rien, avec une rare élégance.

Cinquante années après la parution du *Mémoire sur les machines à colonne d'eau de Huelgoat*, ces machines constituent, avec d'autres systèmes réels, un objet d'étude dans le cadre de la formation des futurs ingénieurs à l'école centrale des arts et manufactures de Paris. La représentation graphique de machines aux fonctions les plus diverses y est menée selon des projections orthogonales avec strict respect de la correspondance des vues. Les projections des ensembles, en vue extérieure ou en coupe, portent des dimensions. Les activités proposées

par le professeur Callon pour la formation technologique des futurs ingénieurs sont orientées vers l'apprentissage du trait mais aussi vers l'étude des principes de physique et de mécanique appliquée associés aux systèmes.

Tout au long de cette période 1750-1850, les outils graphiques se généralisent et font connaître un patrimoine industriel. Quant à l'architecture, qu'elle relève du domaine militaire, civil ou naval, elle fait, depuis longtemps et surtout, usage du trait pour construire. L'avènement du machinisme va faire du dessin relatif aux arts mécaniques un moyen d'expression pour comprendre le fonctionnement et l'agencement des systèmes, pour les construire et pour en inventer d'autres. Nous avons observé le chemin parcouru par les outils graphiques depuis leur usage par Jean Gaffin Gallon en 1735 jusque leur usage par Leblanc en 1830 ou Callon en 1882. Nous entrons dans la seconde période que nous signalions précédemment et fréquemment dite : âge d'or du dessin technique. Les lois et les règles régissant ces outils vont s'établir et dans l'ensemble, se stabiliser et faire en sorte que le langage ainsi construit s'uniformise, s'universalise pourrions-nous dire. Les outils informatiques vont alors prendre appui sur une partie de l'héritage et nous observons combien, les activités graphiques assistées par ordinateur font l'objet de mutations, modifiant ainsi le contenu et la forme des échanges entre les concepteurs et les constructeurs.

Bernard QUÉRÉ

Bernard Quéré a été inspecteur d'Académie, inspecteur pédagogique régional des sciences et techniques industrielles, dans l'académie de Rennes, de 1974 à 1991, puis de 1995 à 2002. Il a été directeur-adjoint de l'institut universitaire de formation des maîtres (IUFM) de Bretagne de 1991 à 1995. Il est docteur en histoire des sciences et des techniques de l'École des hautes études en sciences sociales de Paris, thèse réalisée sous la direction de Jean Dhombres et soutenue à Paris le 15 décembre 2005.