

Journée d'études organisée par Stéphane BLOND (IDHE.S Évry – Univ. Évry – Université Paris-Saclay),
Liliane HILAIRE-PÉREZ (ICT – Université Paris 7 Paris-Diderot/Centre Koyré-EHESS)
et Michèle VIROL (GRHis – Université de Rouen Normandie)

Les ingénieurs, des intermédiaires ? Transmission des connaissances et coopération chez les ingénieurs (Europe, XV^e-XVIII^e s.)

SAMEDI 9 DÉCEMBRE 2017

Université Paris Diderot – Halle aux farines – 6 rue Françoise Dolto – 75013 PARIS
Hall E – 1^{er} étage – Salle 165E

 Bibliothèque François Mitterrand



Martine Chantier de construction

Les ingénieurs, des intermédiaires ?

Transmission des connaissances et coopération chez les ingénieurs (Europe, XV^e- XVIII^e s.)

*Journée d'études organisée par Stéphane BLOND (IDHE.S Évry – Univ. Évry – Université Paris-Saclay),
Liliane HILAIRE-PÉREZ (ICT – Université Paris 7 Paris-Diderot/Centre Koyré-EHESS)
et Michèle VIROL (GRHis – Université de Rouen Normandie)*

Si les enseignements dans les écoles d'ingénieurs du XVIII^e siècle sont de mieux en mieux connus, y compris la formation de l'être social de l'ingénieur (Stéphane Blond, Sébastien Pautet), et si les corpus savants sur lesquels s'est fondé cet apprentissage depuis le XV^e siècle ont fait l'objet d'études renouvelées (Brice Cossart pour les artilleurs), bien des questions restent en suspens.

D'une part, l'acquisition des savoirs dans un cadre scolaire ou dans une relation de maître à élève est à envisager sur la longue durée en termes de méthodes pédagogiques, de validation des connaissances, de rapport à l'écrit, au dessin, aux modèles, aux exercices pratiques, y compris par l'étude des travaux d'élèves. Ces enseignements posent la question de la connaissance pour l'action, éventuellement de la connaissance dans et par l'action ce qu'il conviendrait de préciser. Leur étude interroge aussi la relation entre le maître et l'élève, une forme de coopération que ne permet pas l'enseignement livresque et qui a connu des formes variées. La synthèse d'Hélène Vérin et d'Irina Gouzévitch fournit une utile typologie des écoles d'ingénieurs à partir de leurs diverses origines. L'enjeu est de poursuivre l'analyse des modèles pédagogiques et du rôle concret des enseignants, ceux auteurs de traités tel Bélidor, ceux que l'on peut qualifier d'experts, avant tout investis de connaissances pratiques, sachant que la transmission de maître à élève peut aussi bien avoir lieu sur le terrain, y compris sur le champ de bataille.

D'autre part, des travaux tels ceux d'Hélène Vérin et de Chandra Mukerji, ont montré que les connaissances acquises lors de la formation ne suffisent pas à résoudre les difficultés nées sur le terrain, lors des chantiers. Ces limites ont suscité les réflexions des ingénieurs sur la nécessaire coopération avec des acteurs alors même que ceux-ci disposent de savoirs divers. L'enjeu est de comprendre ce qui est transmis, et selon quelles modalités, pour qu'un projet se réalise – ce que recouvre la notion de « *trading zone* » pour Pamela O. Long. Il s'agit bien de transmission mais aux marges des savoirs constitués avec leurs propres normes, règles et attendus. Quel type de savoir est alors convoqué en vue de l'efficacité ? Jusqu'à quel point cette diversité rend-elle ces savoirs irréductibles ? Comment parvenir à se faire comprendre, à partager ? Peut-on dégager des évolutions ? C'est un problème posé par les ingénieurs eux-mêmes - et par les architectes - dans les correspondances, dans les traités, dans des mémoires. Vauban s'y est distingué. Dans tous les cas, il s'agit bien de co-opération : œuvrer ensemble mais aussi forger un apprentissage au contact des choses et dans l'action, dans le rapport à l'adversité, à la matière (Simone Weil, citée par François Sigaut etc.).

Engineers as brokers of knowledge (Europe, 15th-18th centuries)

*Journée d'études organisée par Stéphane BLOND (IDHE.S Évry – Univ. Évry – Université Paris-Saclay),
Liliane HILAIRE-PÉREZ (ICT – Université Paris 7 Paris-Diderot/Centre Koyré-EHESS)
et Michèle VIROL (GRHis – Université de Rouen Normandie)*

Whereas the teaching of engineering schools of the eighteenth century is becoming increasingly well known, including the formation of the social being of the engineer (Stéphane Blond, Sébastien Pautet), and whereas the learned corpus on which this training was founded since the fifteenth century has been the subject of renewed studies (Brice Cossart for the artillerymen), many questions remain unresolved.

On the one hand, the acquisition of knowledge in a school setting or in a master-student relationship must be considered over the long term in terms of teaching methods, validation of knowledge, relationship to writing, drawing, models, practical exercises, including the study of student work. This training raises the question of knowledge for action, possibly knowledge in and through action what should be specified. Its study also questions the relationship between the teacher and the pupil, a form of co-operation that is not possible in book education and which has undergone various forms. The synthesis by Héléne Vérin and Irina Gouzévitch provides a useful typology of engineering schools from their various origins. The challenge is to pursue the analysis of pedagogical models and the concrete role of teachers, those authors of treatises such as Belidor, those who can be qualified as experts, being invested with practical knowledge, knowing that the transmission of master pupil can also take place on the field, including on the battlefield.

On the other hand, studies such as Héléne Vérin's and Chandra Mukerji's have shown that the knowledge acquired during the training is not sufficient to solve the difficulties arising on the ground during construction sites. These limitations have prompted engineers to think about the necessary cooperation with actors even though they have a variety of knowledge. The challenge is to understand what is transmitted, and according to what modalities, for a project to be realized – what is covered by the notion of "trading zone" for Pamela O. Long. It is indeed transmission but at the margins of instituted knowledge constituted with its norms, rules and expectations. What type of knowledge was then mobilized for effectiveness? To what extent did this diversity make this knowledge irreducible? How did actors manage to understand each other and to share knowledge? Can we identify any evolutions? It was a problem posed by the engineers themselves – and by architects – in their correspondences, treatises, memories. Vauban was famous for that. In any case, knowledge was a matter of co-operation: working together, but also forging an apprenticeship in contact with things and in action, in relation to adversity and matter.

PROGRAMME

9h00

Accueil

SESSION 1

LES INGÉNIEURS DE LA RENAISSANCE : QUESTIONNEMENTS ÉPISTÉMOLOGIQUES

Présidence : Brice COSSART, Institut universitaire européen, Florence

9h30

Matteo VALLERIANI

Max Planck Institute for the History of Science, Berlin

Revisiting the Réduction en art: The Epistemology of the Practical Knowledge of the Venetian Arsenal

10h00

Michel PRETALLI

Département d'italien, Université de Grenoble

La mise en scène de la transmission des connaissances dans les dialogues militaires italiens du XVI^e siècle

10h30

Pier A. NAPOLITANI

Département de mathématiques, Université de Pise

Culture de l'« abaco » et culture humaniste aux origines des mathématiques modernes. Le cas de l'ingénieur Rafael Bombelli (1526-1572) et de Guidobaldo dal Monte (1545-1607), mathématicien et humaniste

11h00

Discussions et pause

SESSION 2

L'ARSENAL, LIEU DE RATIONALISATION DES PRATIQUES

Présidence : David PLOUVIEZ, Centre de Recherches en Histoire Internationale et Atlantique, Université de Nantes

11h30

Sylvain LAUBÉ

Centre François Viète,
Université de Bretagne Occidentale

Arnaud ORAIN

Institut d'études européennes,
Université Paris 8

Savants contre praticiens ? Les tests d'épreuves des ancres et la naissance d'une culture navale mixte dans la France du XVIII^e siècle

12h00

Sylviane LLINARES

CERHIO CNRS FRE 2004 – Université Bretagne Sud

L'Art et le Traité, ou l'étonnante formalisation du savoir des praticiens de la construction navale au XVIII^e siècle en France

14h00

CONFÉRENCE

Présidence : Valérie NÈGRE, Université Paris I Panthéon-Sorbonne

Hélène VÉRIN & Pascal DUBOURG-GLATIGNY, Centre Alexandre-Koyré

Transmission des savoirs et coopération : une approche diachronique

SESSION 3

LES LIEUX DE SAVOIR MINIER : DES TRADING ZONES ?

Présidence : Sébastien PAUTET, Identités Cultures Territoires, Université Paris Diderot

14h45

Patricia SUBIRADE

IHMC, Université Paris I Panthéon-Sorbonne

La circulation des savoirs de la saline en Europe au XVII^e siècle : François Cuenot ingénieur du duché de Savoie et l'aménagement des mines de sel de Maurienne et de Tarentaise

15h15

Amélie DESSENS

Bibliothèque de l'École des Mines de Paris – Mines ParisTech

La bibliothèque de l'École des mines, vecteur du savoir minier

15h45

Thomas MOREL

Laboratoire de Mathématiques de Lens, ESPE Lille Nord-de-France

Incorporer, consolider et transmettre : géométrie pratique et savoirs miniers à l'époque moderne

16h15

Discussions et pause

SESSION 4

DES ÉCOLES AU TERRAIN : LA FORMATION À L'ÉPREUVE DE LA COOPÉRATION

Présidence : Marie THÉBAUD-SORGER, Centre Alexandre-Koyré

16h45

Catherine ISAAC

Université Toulouse II-Jean-Jaurès

Les écoles des ponts et chaussées du Languedoc : enseignement scolaire et transmission pratique

17h15

Grégoire BINOIS

Université Paris I Panthéon-Sorbonne

Décrire l'espace frontalier à la fin de l'Ancien Régime : coopération et rivalité entre les ingénieurs topographes

RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS

BINOIS Grégoire, Université Paris I Panthéon-Sorbonne

Décrire l'espace frontalier à la fin de l'Ancien Régime : coopération et rivalité entre les ingénieurs topographes

La cartographie française de la fin du XVIII^e siècle est largement portée par des corps de métiers issus d'administrations différentes : ingénieurs civils de Cassini ; ingénieurs des Ponts et Chaussées ; ingénieurs géographes des affaires étrangères ou encore les ingénieurs militaires (regroupant à la fois les ingénieurs géographes de l'armée et les ingénieurs du génie). L'historiographie a déjà partiellement traité de ces différentes traditions, montrant l'élaboration de pratiques spécifiques à chacun de ces mondes professionnels. Mais, en ce faisant, elle tend à renvoyer l'image de mondes cloisonnés entre lesquels les échanges sont rares, voire impossibles. Il serait donc pertinent de faire dialoguer ces différentes traditions afin de réfléchir sur les échanges et les circulations de pratiques et de savoir-faire entre ces groupes. Pour cette étude, la période s'étalant des années 1770 à la Révolution semble être un moment privilégié. En effet, le gouvernement y lance de nombreux chantiers de cartographie des frontières, poussant, dans cette période de paix, les différentes traditions à interagir. Les archives du Service Historique de la Défense nous livrent alors la vision d'un monde complexe, dans lequel les hommes et les pratiques s'affrontent, révélant particulièrement bien la conscience (ou la prise de conscience) des spécificités professionnelles des cartographes. Pour autant, malgré cette réticence affichée à la collaboration, les différents ingénieurs sont sommés de participer de concert aux travaux topographiques commandés par le ministre. S'ouvre alors une intense période de tractations et d'adaptations des pratiques afin de produire des œuvres unifiées, atténuant les marqueurs caractéristiques des différentes traditions cartographiques. La présente communication se propose donc d'étudier l'organisation d'une coopération scientifique, impulsée par le ministre de la guerre, mais affectant plus largement l'ensemble des ingénieurs topographes travaillant sur les espaces frontaliers, qu'ils soient civils ou militaires.

Describing the bordering space at the end of the Ancien Régime : Cooperation and rivalry between topographical engineers

French cartography at the end of the eighteenth century was for the most part carried out by trading associations from various services : Cassini's civil engineers ; engineers from the Corps of Bridges and Roads ; geographical engineers from the Foreign Office and even military engineers (including geographical engineers as well as those in charge of the fortification). Historiography has already partially examined these different traditions, analyzing the development of methods specific to each professional group. However, this type of study has represented these worlds as somewhat hermetic, where exchanges seemed rare, impossible even. It would therefore be interesting to compare these different traditions so as to reflect on the exchanges and circulation of practices and savoir-faire between those groups. For this study, the period starting in the 1770s up to the French Revolution seems a pivotal moment. Indeed, the government started then numerous projects to map the bordering spaces, thus inciting, during this peaceful period, communication between the various traditions. The archives of the Defence Historical Service offer us the vision of a complex world in which men as well as practices are pitted against one another, thus revealing particularly distinctly the awareness (or rather the understanding) of the professional specificities of cartographers. However, despite their obvious reluctance to collaborate, various engineers are requested to accomplish together the topographical works ordered by the Minister. Thus begins a period of intense negotiations and adaptations of practices so as to produce standardized works, reducing the distinctive features of the various cartographical traditions. The present study offers therefore to analyze the organisation of a scientific cooperation created by the Minister of War, but involving more widely the whole body of topographical engineers working on bordering spaces, whether they are civilians or soldiers.

DESSENS Amélie, Bibliothèque de l'École des Mines de Paris – Mines ParisTech

La bibliothèque de l'École des mines, vecteur du savoir minier

Créée en 1794, la bibliothèque de l'École des mines a été conçue comme un lieu dans lequel l'ensemble des savoirs nécessaires à la « science des mines » devaient être rassemblés pour l'usage des membres du Corps mais aussi pour la formation des futurs ingénieurs. Entre théorie et pratique, devise du Corps, les différents fonds montrent comment était conçu et comment a évolué l'enseignement à l'école (fonds des cours, archives des conseils) et sur le terrain (travaux d'élèves, journaux de voyage). Cette présentation cherchera à montrer comment, héritier de plus de deux siècles d'histoire, le fonds ancien de l'École des mines permet d'observer la circulation des savoirs miniers en Europe aux XVIII^e et XIX^e siècles et comment la bibliothèque elle-même a été l'un des vecteurs de ce savoir.

The library of the École des mines, vector of the mining knowledge

Created in 1794, the library of the Ecole des mines has been conceived as a place in which all the knowledges in the mining science must be collected for the use of the members of the Corps but also for the education of the future engineers. Between theory and practice, motto of the Corps des mines, the different collections show how was conceived and how has evolved the teaching at the school (collection of the lessons, councils archives) and on the ground (students' works, "Journaux de voyage"). This presentation will try to show how, with more than two centuries of history, the heritage collection of the Ecole des mines gives us the opportunity to observe the circulation of the mining knowledges in Europe in the XVIIIth and XIXth centuries, and how the library itself has been one of the vectors of this knowledge.

ISAAC Catherine, Université Toulouse II-Jean-Jaurès

Les écoles des ponts et chaussées du Languedoc : enseignement scolaire et transmission pratique

Au cours du XVIII^e siècle, le Languedoc lance de grands projets de routes et de ponts pour le développement de son réseau de communication. Pays d'états, cette province possède une administration des travaux publics particulière, indépendante du corps des Ponts et chaussées qui n'intervient que dans les pays d'élection.

La formation des ingénieurs languedociens reposait pour l'essentiel sur la transmission des savoirs des anciens au plus jeunes, jusqu'à ce que, dans les années 1780, les états fondent leurs propres écoles des ponts et chaussées pour lesquelles, loin de la tutelle parisienne, ils recourent exclusivement à des ressources locales. Associés aux écoles de dessin des Académies des arts de Montpellier et Toulouse, cette dernière se flattant du titre d'Académie royale, ces deux établissements sont dotés de salles, de professeurs et d'un programme pédagogique spécifiques.

Si l'organisation de ces écoles a donné lieu à quelques publications (Slonina 1999, Guillin 2013), leur rôle dans la diffusion des connaissances n'a jamais été étudié, que ce soit dans une perspective régionale ou nationale. De multiples sources permettent pourtant d'en identifier les acteurs, les professeurs comme les élèves, d'appréhender ses objets par le contenu, les méthodes d'apprentissage et la littérature technique utilisée, ainsi que les places respectives de la théorie et de la pratique dans l'enseignement. Situer ces écoles au sein du parcours de formation des ingénieurs en Languedoc à la fin du XVIII^e siècle se révèle particulièrement

illustratif de la question de la transmission des savoirs en raison, notamment, des enjeux liés aux ambitions d'une province face à l'École des Ponts et chaussées de Paris.

In the eighteenth century Languedoc, the economic development, and in particular, the need for communication means involves the building of many roads and bridges. This area manages its exclusive civil engineering organisation, under the control and monitoring of the *États généraux*, the provincial executive chamber.

Working alongside senior engineers had represented the sole course of training for the newly hired people until the *états* founded their own civil engineering schools in the 1780s. Relying on domestic resources, these educational institutions were associated with the drawing classes sponsored by the Academies of Arts in Toulouse and Montpellier, featuring specific facilities, teachers and syllabi.

Even though some publications had studied their organisation (Slonina 1999, Guillin 2013), their role in the transfer of knowledge was never highlighted, neither from a local nor from a national point of view. Many sources provide, however, the necessary information to identify the preceptors, the pupils, the courses, the learning methods, the technical literature as well as the combination of theory and practice. These schools and the training path of eighteenth century Languedoc engineers are a good example of the skill transmission, especially on the grounds of the ambition of the province towards the École des Ponts et chaussées in Paris.

LAUBÉ Sylvain, Centre François Viète, Université de Bretagne Occidentale ORAIN Arnaud, Institut d'études européennes, Université Paris 8

Savants contre praticiens ? Les tests d'épreuves des ancres et la naissance d'une culture navale mixte dans la France du XVIII^e siècle

À partir d'un article publié cette année dans la revue *Technology and Culture* et en lien avec plusieurs études récentes, nous questionnerons la dichotomie conventionnelle – et factice – entre la « tête » et les « mains ». Notre présentation analyse l'émergence d'une culture navale mixte, entre la science et technologie, et de personnages eux-mêmes au carrefour des deux, dans la France des Lumières. Nous partirons d'une étude de cas, celle du développement d'un protocole d'épreuves des ancres de la fin du dix-septième jusqu'au début du début du dix-neuvième siècle, une méthode importante dans la compétition pour la suprématie maritime que se livrent alors la France et l'Angleterre. L'histoire commence au port-arsenal de Brest avec un modeste maître d'équipage, et se poursuit avec la dissémination de ses expériences grâce à certaines figures de l'Académie Royale de Marine de Brest et de l'Académie Royale des Sciences de Paris. Notre présentation montrera que les recherches de cette dernière sur la question des ancres ont été assez infructueuses, mais qu'une forme de collaboration entre praticiens et savants se met en place pour générer un protocole d'épreuves régulier et complet. Notre présentation développera les conclusions de cette étude de cas dans différentes directions, et tentera de déployer des hypothèses

et des méthodes de recherche nouvelles autour du rôle des praticiens en histoire des sciences et des techniques.

Scholars versus Practitioners? Anchor Proof Testing and the Birth of a Mixed Culture in Eighteenth-France

From a paper published in 2017 in *Technology and Culture* and in line with studies, we question the conventional – and artificial – dichotomies between “head” and “hand”. Our presentation analyzes the emergence of a mixed naval culture, between science and technology, and characters themselves at the crossroad of both, during the French Enlightenment. We will start from a case-study, that of the circuitous development of an anchor proof testing protocol, an important method in the competition for maritime supremacy used at least until the first third of the nineteenth-century. The story begins in the dockyard of Brest with a humble boatswain, and continues with the dissemination of his experiments thanks to prominent figures of the Naval Academy of Brest and of the Royal Academy of Science of Paris. Our presentation suggests that if the findings of the latter concerning anchors were rather inconclusive, nevertheless, over time, a collaboration between practitioners and scientists did eventually generate a regular protocol for testing anchors. Our presentation will develop the conclusions of this case-study in various directions, and will attempt to propose new hypothesis and methods about the role played by practitioners in history of science and technology.

Petit Bâtiment Hollandois nommé 'Cague'

LLINARES Sylviane, CERHIO CNRS FRE 2004, Université Bretagne Sud

L'Art et le Traité, ou l'étonnante formalisation du savoir des praticiens de la construction navale au XVIII^e siècle en France

Les ingénieurs constructeurs de la Marine ont laissé peu de documents sur leurs savoirs. S'ils ont écrit des mémoires, si certains d'entre eux participent aux discussions académiques, ils n'ont pratiquement rien publié sous leur nom et ne le font que tardivement durant les années 1780. D'autres se sont donc chargés de formaliser leurs savoirs et de les inscrire dans la modernité de ce qui constitue la « science navale » des Lumières. La pratique et les progrès de cette science nouvelle exige une formation de haut niveau théorique pour ces ingénieurs et mobilise la communauté savante académique européenne. Le *Dictionnaire*, le *Traité* ou l'*Art*, trois genres éprouvés de la littérature technique et scientifique, participent de cette construction des savoirs qui procèdent d'approches différentes et parfois combinées, entre théorie et pratique, science et art, vulgarisation et pédagogie. Ces ouvrages imprimés permettent également d'apprécier la partie ouverte de la transmission des savoirs et le relatif achèvement de leur diffusion.

The Art and the Treaty, or the amazing formalization of french shipbuilding knowledge in the 18th century

The engineers of the French Navy left little documentation of their knowledge. If they wrote briefs, if some of them are involved in academic discussions, they have published virtually nothing under their name and not before the 1780s. Others have to formalize their knowledge and put it into modernity of what constitutes the 'naval science' of the Enlightenment. The practice and the progress of this new science requires a theoretical high-level for this engineers and mobilizes the european academic community. *Dictionary*, *Treaty* and *Art*, three long-felt kinds technical and scientific literature, involved the construction of knowledge which are based on the different approaches and sometimes combined, between theory and practice, science and art, popularization and pedagogy. These printed works also show the open part in the transmission of knowledge and some form of completion of their dissemination.

MOREL Thomas, Laboratoire de Mathématiques de Lens, ESPE Lille Nord-de-France

Incorporer, consolider et transmettre : Géométrie pratique et savoirs miniers à l'époque moderne

Cette intervention présente quelques résultats sur la transmission des connaissances chez les géomètres souterrains. Cette profession technique ancienne, qui s'appuie fortement sur la géométrie pratique, a su concilier une exigence de continuité technique et une évolution des méthodes mathématiques utilisées. Savoirs et enseignements ont ainsi évolué tout au long de l'époque moderne, un développement parfois occulté par la fondation d'académies des mines à la fin du XVIII^e siècle.

Je commencerai par présenter ces praticiens : qui sont-ils, d'où viennent-ils et quels savoirs communs les unissent ? Un corpus épars, mais important, nous renseignera : instruments et cartes, manuscrits et manuels, certificats d'études, contrats de recrutement ou de formation. Dans une seconde partie, j'étudierai les échanges de connaissances. La notion « d'intermédiaire » et le concept de « *trading zones* » seront discutés et certaines difficultés qu'ils soulèvent analysées. Quel sens donner, dans le cas spécifique de la géométrie pratique, à une dichotomie entre savants et praticiens ? Je terminerai par quelques considérations sur l'ambiguïté du rôle assigné aux mathématiques pratiques, censées assurer à la fois une vérité scientifique, assurer une rationalité technique et fonder des décisions juridiques.

Drafting, consolidating and diffusing knowledge : practical geometry and mining sciences in the early modern period

This talk presents research results about the diffusion of knowledge among subterranean geometers (*Markscheider*). This ancient technical profession, firmly based on practical geometry, managed to conciliate technical continuity and uninterrupted development of mathematical methods it relied on. Knowledge and teaching thus evolved during the modern period, a development that has been somewhat overshadowed by the foundation of mining academies at the end of the 18th century.

I will firstly present these mathematical practitioners: who were they, where did they come from and what was their common culture? A substantial, if scattered, corpus will be analyzed: instruments and mining maps, manuscripts and textbooks, teaching certificates and contracts. In a second part, I shall focus on knowledge transmission. Concepts on "intermediaries" or "trading zones" and related issues will be discussed. Is the dichotomy between artisans/practitioners and scholars meaningful in the specific case of practical geometry? I will finally discuss the ambiguous role of practical mathematics, between scientific truth, technical rationality and legal considerations.

NAPOLITANI Pier A., département de mathématiques, Université de Pise

Culture de l'« abaco » et culture humaniste aux origines des mathématiques modernes. Le cas de l'ingénieur Rafael Bombelli (1526-1572) et de Guidobaldo dal Monte (1545-1607), mathématicien et humaniste

Au cours du XVI^e siècle, on assiste à une sorte d'hybridation entre les mathématiques pratiquées par les marchands, les artistes, les techniciens, les ingénieurs, les hommes d'armes, et les mathématiques anciennes que le mouvement humaniste a retrouvées et diffusées. C'est le point de départ d'une nouvelle mécanique et d'une approche renouvelée à la géométrie et à l'algèbre.

La figure du technicien ou de l'ingénieur peut être alors proposée comme figure médiatrice de cette évolution.

On esquissera deux cas exemplaires. Rafael Bombelli, ingénieur hydraulique et représentant de la tradition abaquiste, entré en contact avec le texte de Diophante, propose un profond renouvellement de l'algèbre. Guidobaldo dal Monte, apparemment fidèle à une approche philologique à la mécanique d'Archimède et d'Aristote, mêle ses connaissances avec la pratique de chantier, produisant les premières systématisations théoriques de machines simples et de la perspective.

Abacus and humanistic cultures at the origins of modern mathematics. The case of the engineer Rafael Bombelli (1526-1572) and Guidobaldo dal Monte (1545-1607), mathematician and humanist

In XVIth century Italy, a sort of hybridization took place between the mathematics practised by merchants, artists, technicians, engineers, men-at-arms and, on the other hand, ancient mathematics that the humanist movement had found and disseminated. That was the beginning of a new mechanics and a renewed approach to geometry and algebra. The figure of the technician or the engineer can then be proposed as a mediator of this evolution.

Two exemplary cases will be outlined. Rafael Bombelli, hydraulic engineer and representative of the abacus tradition, having come in contact with the Diophantus' text, proposed a profound renewal of algebra. Guidobaldo dal Monte, apparently faithful to a philological approach to the mechanics of Archimedes and Aristotle, combined his knowledge with the practice of building yards, producing the first theoretical systematizations of simple machines and perspective.

PRETALLI Michel, Département d'italien, Université de Grenoble

La mise en scène de la transmission des connaissances dans les dialogues militaires italiens du XVI^e siècle

Les ingénieurs jouèrent un rôle important dans la transmission des connaissances et des savoir-faire militaires. Au XVI^e siècle, alors que l'art de la guerre subit des bouleversements profonds et que le livre imprimé se développe de façon remarquable, faisant valoir notamment son efficacité didactique, se pose la question des modalités de cette transmission et de la nature des savoirs transmis (théoriques et/ou pratiques ?). À cette époque, de nombreux auteurs d'ouvrages militaires s'interrogent sur la possibilité ou non de transmettre les savoirs militaires par un autre *medium* que celui de la communication orale appuyée par la mise en application pratique. Or, on constate que, même dans le domaine très technique de l'art de la guerre, le livre imprimé va devenir au cours du XVI^e siècle un moyen fondamental de transmission des savoirs, comme en atteste l'apparition d'une véritable littérature militaire qui se veut didactique et savante à la fois. Si la relation entre le maître et l'élève implique une forme de coopération que ne permet pas l'enseignement livresque, une certaine tradition textuelle, au sein de la littérature militaire italienne de la Renaissance, suggère qu'il était possible de remédier à cette lacune – au moins en partie – en recourant à la forme du dialogue. L'analyse des quelques-uns de ces dialogues, nous permettra de mettre en lumière certaines des modalités de transmission des connaissances imaginées par leurs auteurs afin d'exploiter au mieux les potentialités didactiques de l'écrit par une sorte de mise en scène de l'enseignement traditionnel qui associait l'oral et la pratique.

The staging of the transmission of knowledge in the Italian military dialogues of the 16th century

Engineers played an important role in the transmission of the military knowledge and know-how. During the 16th century, while the art of war underwent profound upheavals and the printed book made remarkable progresses, showing in particular its didactic efficiency, rose the question of the ways in which such transmission was realized and that of the nature of the knowledge transmitted (theoretical and/or practical ?). Numerous authors of military works of that time doubted the possibility to transmit military knowledge through a *medium* different from the one of oral communication supported by practical application. Yet, even in this highly technical field, the printed book soon became a fundamental means for the transmission of knowledge during the 16th century, as attested by the development of a substantial military literature, didactical and scholarly at a time. If the relation between master and disciple implies a kind of cooperation that teaching through books seems not able to allow, a certain textual tradition, in the military literature of the Renaissance, suggests that it was possible to remedy such a weakness – at least partially – through the use of the dialogical form. The analysis of some of those dialogues will allow us to highlight some of the ways elaborated by their authors in order to use in the most optimal manner the didactic potentialities of the written word through a « staging » of the traditional teaching which combined oral communication and practice.

SUBIRADE Patricia, IHMC, Université Paris I Panthéon-Sorbonne

La circulation des savoirs de la saline en Europe au XVII^e siècle : François Cuenot ingénieur du duché de Savoie et l'aménagement des mines de sel de Maurienne et de Tarentaise

Il s'agira d'étudier la transmission des savoirs miniers de la saline à l'échelle européenne à partir de l'aménagement des mines de sel du duc de Savoie essentiellement celle d'Arbonne en Tarentaise et celle de Pontamafrey en Maurienne dans les années 1660 et 1670. François Cuenot appartient aux dernières générations d'ingénieurs polyvalents qui n'ont pas eu de formation institutionnelle, avant la spécialisation et la formalisation des sciences de l'exploitation des mines au XVIII^e siècle étudiée par Jakob Vogel.

L'acquisition du savoir minier à travers les voyages techniques de Cuenot dans les principales salines d'Europe (en Bourgogne et dans l'empire allemand), qui sont un lieu d'apprentissage, révèle une tension entre « open technique » et secret. Les acteurs de la transmission sont multiples : Cuenot coopère avec les mineurs allemands présents dans les salines de Tarentaise et des mineurs savoyards envoyés plusieurs années dans le Tyrol. La transmission du savoir repose sur le geste, la parole, l'image, les objets et les hommes.

La relation entre savoirs pratiques et savoirs théoriques s'analyse de différentes manières. L'ingénieur est au croisement des deux, un « expert hybride » (U. Klein). La saline savoyarde est aussi une « trading zone » où évoluent géomètres souterrains allemand et sourciers. Le savoir de la saline est pratique et emprunte aux savoirs savants comme les mathématiques.

The Circulation of Knowledge about Salt Mine in Europe in 17th Century: François Cuenot Engineer of the Duchy of Savoy and the Development of Salt Mines of Maurienne and Tarentaise

I will study the transmission of salt mine knowledge on a European scale with the example of the development of the salt mines of Arbonne in Tarentaise and Pontamafrey in Maurienne in the 1660s and 1670s. François Cuenot belonged to the latest generations of multi-skilled engineers before professionalization and formalisation of mining science of the eighteenth century studied by Jakob Vogel.

Cuenot travelled to the most important salt mines of Europe in Burgundy and in the German Empire to learn technical know-how and met different cultures of knowledge : open or secret knowledge. The numerous actors of the transmission of knowledge are the engineer Cuenot, miners from German salt mines working in Savoy and miners from Savoy sent to Tirol. Technical know-how is transmitted among engineers and miners through writings, objects, drawings, orality and gestures.

The relationship between theoretical knowledge and practical knowledge is studied in different ways. The engineer was a figure who possessed theoretical knowledge and training in practice, an "hybrid expert" according to Ursula Klein. The salt mines of Savoy were "trading zones" where both water diviners and German subterranean geometers worked. Mining science involved skilled and learned cultures.

VALLERIANI Matteo, Max Planck Institute for the History of Science, Berlin

Revisiting the Réduction en art: The Epistemology of the Practical Knowledge of the Venetian Arsenal

During the sixteenth century, the internal institutional and work organization of the Venetian Arsenal was radically changed: As the Venetian republic could not afford anymore to maintain permanent fleets on the sea, the resolution was taken to have a great fleet that could be quickly "assembled" and launched in case of need.

Within this frame of transformation of practical knowledge, it is possible to analyze the mechanisms of emergence of the knowledge of the shipwright in form of texts and drawings for the use of both outside experts and non-experts. Social and institutional aspects on one side and epistemic practices on the other, will offer the possibility to re-visit the process of *réduction en art* against the background of this case study but with the aim to understand how central such a process has been in the shaping of the new early modern scientific developments.

1. Feuille pour peindre le Mât de Parallele

Par M. Bellin Ing. de la Marine

2. Feuille pour avoir le mât de Parallele d'une seule couverture

Marine

Transmission et coopération des savoirs : une approche diachronique (XV^e-XVIII^e siècles)

Dans l'atelier, sur le chantier, dans la manufacture à l'époque moderne, la mise en œuvre de différentes formes de savoirs pose continuellement le problème de leur coopération et les solutions proposées et pratiquées s'annoncent comme autant de ponts jetés entre théorie et pratique.

Comment faire coopérer des savoirs relevant de disciplines distinctes, acquis selon des méthodes et dans des institutions différentes?

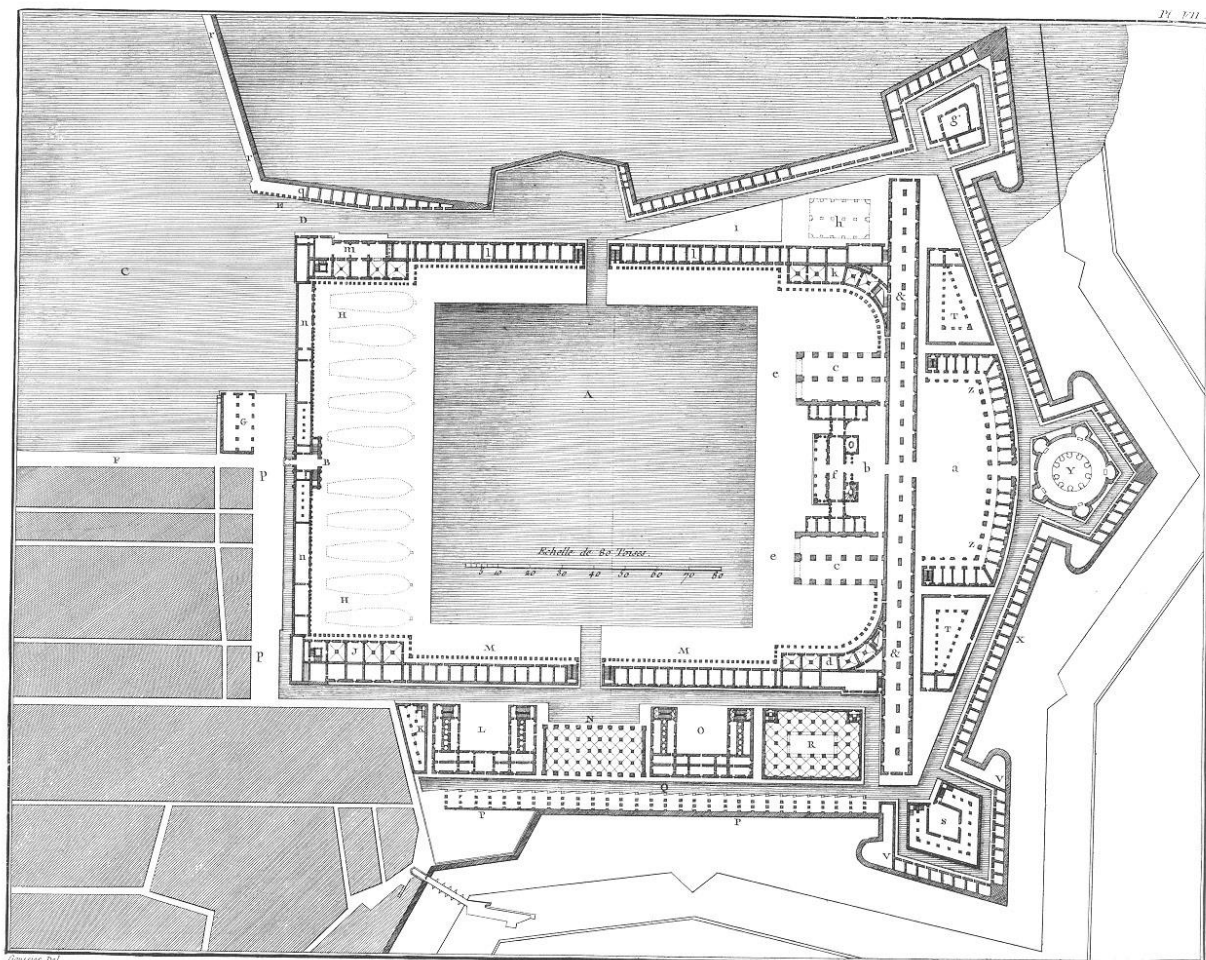
Le mouvement de réduction en art substitue l'enseignement livresque et l'approche « critique » aux pratiques « routinières ». Plus concrètement, différentes solutions opérationnelles sont proposées et mises en œuvre. Elles perdurent tout en se modifiant historiquement. Nous en retiendrons trois : le « troisième homme » (du parlier médiéval à l'appareilleur, l'ingénieur, l'entrepreneur), le dressage du geste par l'instrument, la codification verbale.

Transmission of knowledge and cooperation : a diachronic approach (XVth-XVIIIth centuries)

In early modern Europe, the implementation of various forms of knowledge in workshops, on building yards, in manufactures, continually raised the problem of their interactions. The solutions that were proposed and practiced on sites actually appeared as bridges thrown between theory and practice.

How could various sorts of knowledge that belonged to different disciplines and that were acquired through different methods and in different institutions, be made to interact ?

The movement of reduction into art substituted book teaching and the "critical" approach to "routine" practices. More concretely, various operational solutions were proposed and implemented. They lasted while changing historically. We will retain three of them: the "third man" (from the medieval "parlier" to the "appareilleur", the engineer, the contractor), then the training of task making through instruments, finally the verbal codification.



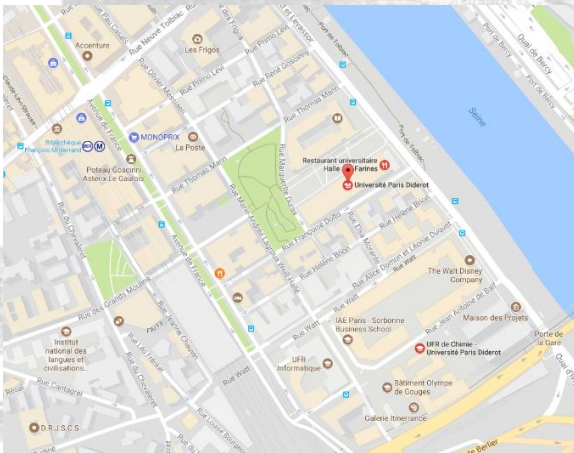
Collection INP
d'après les Archives de M^{rs} Balle
Ingénieur de la Marine

Marine, Plan d'un Arsenal de Marine avec les différentes parties qui le composent

Benard 1702

Les ingénieurs, des intermédiaires ? Transmission des connaissances et coopération chez les ingénieurs (Europe, XV^e-XVIII^e s.)

Journée d'études organisée par Stéphane BLOND (IDHE.S Évry – Univ. Évry – Université Paris-Saclay),
Liliane HILAIRE-PÉREZ (ICT – Université Paris 7 Paris-Diderot/Centre Koyré-EHESS)
et Michèle VIROL (GRHis – Université de Rouen Normandie)



SAMEDI 9 DÉCEMBRE 2017
Université Paris Diderot – Halle aux farines
6 rue Française Dolto – 75013 PARIS
Hall E – 1^{er} étage – Salle 165E

 **Bibliothèque François Mitterrand**

