

CAHIERS FRANÇOIS VIÈTE

Série III – N° 6

2019

Varia

Journées Jeunes chercheuses et chercheurs

SFHST 2017

sous la direction de
Jenny Boucard & Thomas Morel

Centre François Viète
Épistémologie, histoire des sciences et des techniques
Université de Nantes - Université de Bretagne Occidentale

Cahiers François Viète

La revue du *Centre François Viète*
Épistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques
EA 1161, Université de Nantes - Université de Bretagne Occidentale
ISSN 1297-9112

cahiers-francois-viete@univ-nantes.fr
www.cfv.univ-nantes.fr

Depuis 1999, les *Cahiers François Viète* publient des articles originaux, en français ou en anglais, d'épistémologie et d'histoire des sciences et des techniques. Les *Cahiers François Viète* se sont dotés d'un comité de lecture international depuis 2016.

Rédaction

Rédactrice en chef – Jenny Boucard

Secrétaire de rédaction – Sylvie Guionnet

Comité de rédaction – Delphine Acolat, Hugues Chabot, Colette Le Lay, Cristiana Oghina-Pavie, François Pepin, Olivier Perru, David Plouviez, Pierre Savaton, Valérie Schafer, Josep Simon, Alexis Vrignon

Comité scientifique

Yaovi Akakpo, David Baker, Grégory Chambon, Ronei Clecio Mocellin, Jean-Claude Dupont, Luiz Henrique Dutra, Hervé Ferrière, James D. Fleming, Catherine Goldstein, Alexandre Guilbaud, Pierre Lamard, Frédéric Le Blay, Baptiste Mèlès, Rogério Monteiro de Siqueira, Philippe Nabonnand, Karen Parshall, Viviane Quirke, Pedro Raposo, Anne Rasmussen, Sabine Rommevaux-Tani, Aurélien Ruellet, Martina Schiavon, Pierre Teissier, Brigitte Van Tiggelen



SOMMAIRE

Avant-propos — Michel Cotte

- GUILLAUME LOIZELET 7
Al-Bīrūnī : les principes des méthodes de détermination de la distance des astres errants à la Terre au crible des données d'observation

- ADELINÉ SANCHEZ 37
*Les traductions françaises du *Lilium medicinae* de Bernard de Gordon : intérêts d'une approche littéraire et linguistique pour l'histoire de la transmission des savoirs médicaux*

- HÉLÈNE LEUWERS 55
L'examen de capacité des chirurgiens et des barbiers de Paris : savoir-faire et qualification en justice (XIV^e - milieu du XVI^e siècle)

- CYRIL LACHEZE 77
Pour une analyse systémique de la technique : exemple de la production de terre cuite architecturale

- MARION WECKERLE 109
Facture instrumentale et gestes : éléments pour la restitution historiquement informée du jeu de la clarinette en musique ancienne

- LENY PATINAUX 133
Enjeux épistémiques et politiques des recherches sur l'évacuation géologique des déchets nucléaires. Étude d'une controverse sur l'implantation d'un laboratoire souterrain dans la Vienne (1994-1998)

Pour une analyse systémique de la technique : exemple de la production de terre cuite architecturale

Cyril Lacheze*

Résumé

Les principes conceptuels de la théorie systémique sont mis en application à travers l'exemple de la terre cuite architecturale. Ils permettent de constater que la mise en œuvre de la technique, comme sa représentation ou son amélioration, dépendent grandement de facteurs sociaux, culturels ou économiques. Les normes sont dues depuis l'époque médiévale aux pouvoirs politiques et administratifs, sans parler des exigences de commanditaires de pièces particulières. Les rédacteurs des traités techniques des XVIII^e et XIX^e siècles ont si massivement réemployé des textes préexistants que la pertinence de l'information technique n'y est quasiment jamais assurée. Enfin, les inventeurs devaient surtout compter sur la communication auprès de potentiels investisseurs pour tenter de transformer leurs inventions en innovations.

Mots-clés : systémique, terre cuite architecturale, tuile, brique, carreau, norme, traité, invention, innovation.

Abstract

Conceptual principles of systemic theory are applied through the example of architectural terracotta. They show that the implementation of the technique, such as its representation or improvement, depends largely on social, cultural or economic factors. Norms are due since the medieval times to the political and administrative powers, not to mention the requirements of purchasers of particular pieces. Writers of eighteenth and nineteenth century technical treatises have so extensively re-used pre-existing texts that the relevance of technical information is almost never guaranteed. Finally, inventors had to rely on communication with potential investors to try to transform their inventions into innovations.

Keywords: systemic, architectural terracotta, tile, brick, paving tile, norme, treatise, invention, innovation.

* Doctorant, Équipe d'Histoire des Techniques, Institut d'histoire moderne et contemporaine (IHMC), Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

DÉPUIS le milieu du ^{xx}^e siècle, a été mise en évidence l'inadéquation d'une approche positiviste en ce qui concerne l'étude de phénomènes techniques — comme d'ailleurs de phénomènes sociaux en général. Ceux-ci dépendent en effet d'un nombre trop important de paramètres, ayant des implications sur plusieurs éléments à la fois. Eux-mêmes sont à leur tour susceptibles d'entraîner des réactions en chaîne, modifiant potentiellement les conditions originales mêmes de la situation. En un mot, il ne s'agit pas ici de chaînes de causalités linéaires mais de systèmes, certes parcourus par des relations de causalité mais à plusieurs niveaux et interconnectées, ainsi que par une part d'aléatoire voire parfois d'irrationnel. En conséquence, il semble intéressant d'y appliquer plutôt une analyse de type systémique, susceptible de gérer cette complexité intrinsèque et d'offrir un moyen d'interprétation plus adapté. Nous présentons ici un exemple d'une telle approche à travers le cas de la production de terre cuite architecturale (principalement tuiles, briques et carreaux de pavement) en France entre la fin du Moyen Âge et le milieu du ^{xx}^e siècle. Il s'agit en effet d'une « industrie » courante, au rayonnement local, implantée en milieu rural ou en périphérie des villes, et qui n'est pas concernée par les spécificités de la production de luxe ou manufacturière. Après avoir détaillé plus précisément les tenants et aboutissants de la théorie systémique, nous aborderons trois cas précis à l'intérieur de cette thématique de la terre cuite architecturale : la pratique des normes et des commandes, témoignant de l'implication dans le processus de production de personnes extérieures à celui-ci sur l'ensemble de la période considérée ; les relations entre les traités techniques sur le sujet aux ^{xviii}^e et ^{xix}^e siècles, témoignant de l'intérêt d'une telle approche y compris dans le domaine de la production du savoir et non seulement dans celle des produits ; et enfin l'importance des réseaux de pensée et de sociabilité dans les processus d'invention et d'innovation du ^{xix}^e siècle¹.

¹ Nous adressons nos remerciements aux gestionnaires du fond patrimonial de l'Institut national de la propriété industrielle concernant la communication des planches de brevets représentées. Celles-ci peuvent être également consultées sur le site Internet dédié : [urlhttps://www.inpi.fr/fr/base-brevets-du-19eme-siecle](http://www.inpi.fr/fr/base-brevets-du-19eme-siecle)

La théorie systémique

- *Épistémologie*

Les premières recherches dans le sens d'une théorie de la complexité remontent pour la France à la décennie 1950, avec en particulier le développement de la cybernétique. Développant des réflexions débutées avant-guerre, Louis Couffignal (1953-1954 ; 1957), Pierre Ducassé ou encore Robert Vallée (1958 ; 1951-1952 ; 1951), autour de la revue *Structure et Évolution des Techniques*, proposèrent un modèle de compréhension des mécanismes auto-régulés. Le point le plus important de la réflexion était la notion de rétroaction, ou *feedback* : un effecteur technique régi par un tel modèle, quelle que soit sa nature, produit en sortie non seulement une action mais également une information réinvestie dans le processus technique. Celle-ci permet généralement d'adapter l'action et le résultat produit à des contraintes changeantes dans l'environnement, notamment lorsque celles-ci sont induites par le résultat précédent. L'application la plus évidente est liée à l'informatique : lorsqu'une séquence de calcul est terminée, le programme émet (conceptuellement) une information rétroactive qu'il réinterprète immédiatement en entrée comme un signal pour cesser ce même processus de calcul. Cette même logique peut également s'appliquer dans une certaine mesure aux sociétés humaines et aux processus techniques à l'œuvre dans celles-ci, quel que soit le niveau de détail considéré. Au sein d'une chaîne opératoire, l'artisan s'adapte toujours aux spécificités de l'objet qu'il façonne, via un *feedback* qu'il obtient au cours même du processus de fabrication. Mais à un niveau plus général, toute la chaîne de production et de distribution doit s'adapter aux exigences et conditions du marché, le producteur guettant là encore la réaction de son environnement socio-technique aux différentes modifications qu'il peut proposer. Cette théorie cybernétique n'était toutefois pas la seule à s'intéresser à la complexité ou à des concepts voisins dans les années 1950 : les théories de l'information, des jeux ou encore des files d'attente, pour ne prendre que quelques exemples, formaient alors un ensemble idéal qui servit de socle à l'élaboration de la systémique.

Celle-ci fut théorisée en 1968 par le biologiste Ludwig von Bertalanffy, dans son ouvrage *General System Theory* (Von Bertalanffy, 1968). Sa théorie a originellement été développée pour s'appliquer à son champ disciplinaire, toutefois il était admis qu'elle pouvait s'adapter à n'importe quel type de « systèmes ». Les systèmes sociétaux, et à plus forte raison

ceux qualifiés par Thomas Hugues de systèmes « ouverts » (avec une implication de l'environnement), sont toutefois systématiquement considérés comme les plus complexes et difficiles à formaliser (Hugues, 1987, p. 53). Le fondement de cette approche résidait en effet dans la notion même de « système », à savoir un ensemble d'unités reliées par des relations, quelles que soient les natures à la fois de ces unités et de ces relations, et le tout, si représenté schématiquement, formant non un polygone mais un entrecroisement de segments. Une série de postulats sont à prendre en compte pour la compréhension et l'analyse d'un tel système (Durand, 1979, p. 9-14; Donnadiou et al., 2003, p. 3-5). Tout d'abord, ces relations (qui peuvent souvent se comprendre comme des flux, matériels ou plus couramment d'information) ne sont pas par nature causales et fonctionnent dans les deux sens, chaque élément du binôme relié ayant un impact sur l'autre (Lugan, 1993, p. 34). Ainsi, le *feedback* de la cybernétique est uniquement un type particulier de relation dans le cadre de la systémique. En conséquence, le système ainsi formé est interdépendant : chaque élément étant relié avec au moins un autre par une relation à double sens (et sans isolat totalement indépendant du système en général), toute modification portant sur un élément peut potentiellement impacter tous les autres. Toutefois, le système n'est pas chaotique mais organisé : la plupart des modifications n'ont que des implications locales et limitées qui n'impactent pas en profondeur le fonctionnement général du système. Des situations dans lesquelles le système entier est bouleversé et recomposé autrement peuvent exister, mais il s'agit alors de ruptures majeures, relativement rares et ponctuelles, survenant en cas d'incompatibilité entre l'organisation du système et les paramètres qui doivent y être appliqués. On peut donc en déduire que le système est plus que la somme de ses parties : cette « globalité » correspond à des phénomènes de grande ampleur impliqués par l'organisation d'ensemble, qui ne se lisent pas individuellement au niveau de chaque élément. Il est en conséquence inutile de chercher à réduire le système à un schéma simple : celui-ci fait état d'une « complexité irréductible », d'où l'emploi d'une théorie adaptée en conséquence, et répond à des schémas en constantes modifications ou du moins tensions.

- *Application aux études historiques*

On conçoit aisément l'intérêt d'une telle approche pour une analyse de la technique, ou de n'importe quel sujet d'étude lié à une société. Tou-

tefois, elle a pour l'instant été assez peu pratiquée, bien que des concepts tels que le « système technique » de Bertrand Gille (1978, p. 19; 1979) auraient pu y appeler. On peut en cela citer Pierre Lemonnier (1983, p. 50) en ethnologie : en 1983, celui-ci écrivait que « Le traitement systématique des systèmes techniques n'[était] pas encore au programme chez les ethnologues », bien que ses propres analyses ou celles de Robert Cresswell empruntaient quelques notions à la systémique ou aux théories assimilées (le *feedback* par exemple). Un peu plus tard, en 1987, Jean-François Quilici-Pacaud (1987, p. 71) considérait un rapprochement entre savoirs des ethnologues travaillant sur les techniques et ceux des systémiciens « fondamental et de plus en plus urgent », car la systémique était pour lui « l'une des seules voies praticables d'accès à la complexité » qui caractérise les systèmes technico-culturels étudiés. En histoire, le mouvement a été encore plus tardif, la systémique correspondant trop peu aux méthodologies classiques malgré un certain nombre de défenseurs (Gras, 1993, p. 112–113; Garçon, 2013a, p. 15). Pourtant, depuis les années 2000, les historiens eux-mêmes insistent sur la nécessité d'envisager la technique par une approche dynamique prenant en compte les « liens entre technique, société, culture, économie et politique » (Hilaire-Pérez, 2003, p. 16). Il apparaît également de plus en plus que les facteurs à l'œuvre dans la technique sont si nombreux et divers qu'aucune étude ciblée ne parvient à saisir à elle seule l'ensemble des dynamiques en jeu (Biget, Boucheron & Thébert, 2000, p. 477). Toutefois, la plus grande difficulté pour la mise en application de la systémique vient en réalité de ce que, si le modèle théorique a bien été travaillé, aucune solution d'étude pratique n'a encore été proposée, du moins en ce qui concerne des systèmes aussi complexes que des sociétés humaines.

En effet, là où des systèmes mathématiques, physiques voire biologiques simples regroupent des paramètres en nombre limité et pouvant être décrits selon un langage cohérent, les systèmes humains sont trop ouverts et font appel à des données trop diverses. On conçoit ainsi aisément que les choix liés aux techniques peuvent certes dépendre de facteurs purement techniques, mais également économiques, politiques, culturels, ou encore psychologiques. La recherche en systémique n'est toutefois pas parvenue en son état actuel à formaliser cette assertion en un modèle cohérent qui permettrait d'encadrer efficacement ces observations (Cambien, 2007, p. 39). Certains schémas utilisés dans des domaines appliqués pourraient éventuellement s'en rapprocher, par exemple avec les outils d'aide

à la décision (Cambien, 2007, p. 66), ou encore les *thinking machines* de Patrick Geddes (White, 1996) (figure 1). Dans tous les cas, le principe demeure proche : sont modélisés tous les sous-systèmes du système (avec un niveau de détail fonction des objectifs de l'analyse), et l'on considère toutes les interactions possibles entre eux qu'il faut alors identifier et travailler une par une pour obtenir une vue complète et modélisable du système. Il est possible que, après étude, aucune interaction n'existe entre deux sous-systèmes, ou du moins que celle-ci soit si faible qu'elle en devienne négligeable, mais l'analyse doit tout de même être réalisée avant de l'écarter. En l'état actuel, il est donc nécessaire de considérer les paires d'éléments du système indépendamment, un processus extrêmement long puisque ces systèmes sociaux sont justement particulièrement complexes. Dans notre cas d'étude, ils mobilisent ainsi des acteurs très variés (opérateurs, acheteurs, investisseurs, autorités, penseurs...) pouvant réaliser toute une série d'actions (conception, réalisation, acquisition, contrôle, transport, conceptualisation...) sur divers éléments matériels (objets, matières premières, outils, infrastructures, énergie...), et en tenant compte de nombreuses variables contextuelles (cultures technique et sociétale, règlements, normes, marché...). Le cas des normes en est par exemple une bonne illustration.

LIEU	TRAVAIL / Lieu	INDIVIDU / Lieu
LIEU / Travail	TRAVAIL	INDIVIDU / Travail
LIEU / Individu	TRAVAIL / Individu	INDIVIDU

Figure 1 – Traduction en français de la *thinking machine* « Place – Work – Folk », l'une des plus simples de Patrick Geddes (White, 1996). Il s'agit d'une analyse des points-clés d'une société d'après Pierre Guillaume Frédéric Le Play.

La technique et la norme

- *Pouvoir et réglementations*

La question de la standardisation des produits se pose en effet de manière évidente dans le domaine de la terre cuite architecturale, en ce qu'il est nécessaire que les matériaux de construction employés dans un même bâtiment soient uniformes pour être correctement agencés. Ceci suppose non seulement que des dimensions identiques soient utilisées au

sein d'une même tuilerie ou briqueterie (les deux termes sont relativement interchangeables), mais également dans l'ensemble des ateliers susceptibles de desservir les mêmes chantiers, puisque les bâtisseurs pouvaient s'approvisionner dans plusieurs établissements en fonction des besoins et disponibilités. En ce qui concerne les briques, cette uniformisation peut passer pour relativement logique. En effet, des critères purement techniques (facilité d'assemblage lors de la construction) amènent à choisir des modules dont les dimensions sont multiples les unes des autres, et plus particulièrement le double. Il est également cohérent d'aligner ces dimensions sur les unités de mesure couramment employées, en évitant les fractions. La praticité d'une longueur d'une vingtaine de centimètres, et de dimensions de rapport 1 : 2, ont ainsi conduit à adopter assez généralement dans le nord de la France moderne un module de $8 \times 4 \times 2$ pouces, soit $21,7 \times 10,8 \times 5,4$ cm, devenu $22 \times 11 \times 5,5$ cm avec l'adoption du système métrique. Toutefois, ces dimensions n'ont pas été appliquées dans le sud du pays, et surtout les modules sont beaucoup plus diversifiés en ce qui concerne les tuiles et les carreaux de pavement, pour lesquels il existait souvent au moins un « grand » et un « petit moule ».

L'origine des normes pour ceux-ci est en réalité à chercher dans une volonté de contrôle de la part des villes et de certains seigneurs². En effet, si les tuiliers et briquetiers ont très rarement été constitués en corporations, les pouvoirs locaux pouvaient tout de même exiger que des contrôles soient effectués sur les produits, les experts désignés étant alors ceux des métiers de potier ou de couvreur. À Paris par exemple, toutes les marchandises entrant dans la ville, généralement par bateau, devaient être stockées quelques jours le temps d'être contrôlées, la vente ne pouvant s'effectuer qu'ensuite (De Lespinasse, 1892, p. 629–630). Pour d'autres agglomérations, les experts contrôlaient directement les tuileries et briqueteries une ou deux fois par année (Nègre, 2006, p. 26–27). Dans tous les cas, étaient généralement vérifiées la qualité des produits (par l'observation du son rendu au choc, de la couleur et d'un test empirique

² On pourra trouver dans les archives de l'Hérault un exemple de confrontation directe en 1725-1730 entre les consuls de Montpellier et la seigneurie de Boutonnet en périphérie immédiate, les consuls tentant d'imposer par la force les moules de la ville en détruisant ceux des tuiliers portant les armoiries de la seigneurie. Archives départementales (AD) 34 – 2 F 25 – Recueils de factums. 6. Factum pour demoiselle Marie de Loüet de Calvisson d'Ornezon contre les consuls de Montpellier, 1725-1730.

de résistance), mais également leurs dimensions : les bâtisseurs de la ville devaient en effet être assurés de n'acheter que des produits compatibles entre eux. Ainsi, les réglementations urbaines, parfois depuis le XIII^e siècle et jusqu'au XVIII^e siècle, spécifiaient souvent au moins une ou deux dimensions, mais référaient surtout à un gabarit de référence métallique exposé dans un lieu public. On peut aisément en observer un, gravé dans la pierre pour sa part, dans l'église Notre-Dame-des-Paneaux à Cluny (cf. figure 2). Le musée de Valenciennes conserve également trois jauges de contrôle de tuiles et briques datés des XVI^e au XVIII^e siècles (Beaussart, 1989, p. 206–207). Or, les villes constituaient le marché privilégié des tuileries et briqueteries d'importance, situées en périphérie, mais également à plusieurs dizaines de kilomètres le long des cours d'eau : en conséquence, même s'ils n'étaient pas directement soumis à ces réglementations, les producteurs avaient tout intérêt à s'y conformer pour pouvoir bénéficier du marché potentiel.

Ainsi, les normes appliquées aux produits de terre cuite architecturale, en elles-mêmes purement techniques, étaient en réalité avant tout dépendantes des administrations municipales, et s'imposaient via les impératifs du marché. Le choix technique ne peut donc ici se comprendre que par rapport au réseau socio-politique urbain, et à sa volonté de disposer de produits standardisés selon sa volonté : il convient de garder à l'esprit que les membres influents de la ville étaient aussi généralement les principaux concernés par les constructions, à titres personnel ou collectif. Nous nous trouvons donc ici en présence d'un sous-système dont les éléments les plus influents sont constitués par les élites urbaines, avec leur culture socio-technique, et par leurs sous-ensembles partiellement imbriqués, à savoir les acheteurs potentiels, et les législateurs. Les producteurs n'ont finalement qu'un rôle relativement passif, s'adaptant aux évolutions de la culture socio-technique des acheteurs traduites dans les règlements urbains pour pouvoir toucher le marché. Les tentatives de fraude sont une liaison plus active des producteurs vers le marché, afin de toucher des acheteurs moins regardants envers ces normes socio-techniques (donc un groupe légèrement différent), mais elles s'exposent aux contrôles des autorités, visant à protéger l'intégrité des normes mais également des taxes, qui constituent un autre pôle plus auxiliaire dans ce sous-système.



Figure 2 – Gabarit de tuile trapézoïdale, mur sud de la nef de l'église Notre-Dame-des-Paneaux à Cluny. Le plus petit côté (en haut) mesure environ 20 cm.
(Source : photographie personnelle)

- *Les commandes*

Un cas encore plus évident d'implication de volontés extérieures à la technique dans la production est celui des réalisations commanditées par un personnage fortuné. Ceci concerne en premier lieu les tuileries seigneuriales, généralement louées à bail aux artisans : lorsqu'il fallait construire les bâtiments et notamment le four, il arrivait que cette tâche (ou du moins la charge de son organisation et de son financement) revienne au seigneur. Or, le choix du constructeur ne dépendait alors pas uniquement de critères techniques, entraient également en compte des critères financiers. Ainsi, pour la construction du four d'une tuilerie ducal en Bourgogne en 1400, le maçon recruté parmi ceux s'étant présentés n'était pas le plus compétent mais simplement le moins cher³. Si le devenir de cette opération en particulier n'est pas connu, on comprend donc que les bâtisseurs n'étaient pas forcément des spécialistes des fours à terre

³ AD 21 – B 996 – Chaussin et Laperrière. Certificat de Marie de Saint-Symphorien, concernant la construction du four à tuiles du duc à La Perrière, 1403-1690.

cuite architecturale, pouvant mener à des accidents ou une dégradation accélérée des infrastructures (qui devaient déjà être réparées tous les ans même en étant bien construites). Plus prégnant encore était le cas dans lequel le commanditaire fortuné (qu'il s'agisse d'un seigneur, d'un bourgeois ou d'une ville) désirait faire réaliser des pièces avec des spécifications bien précises. Le cas se rencontrait particulièrement pour la production de carreaux de pavement décorés, lorsque ceux-ci devaient afficher les armoiries du commanditaire ou des symboles particuliers. Dans ce cas, il arrivait fréquemment que la réalisation des matrices en bois permettant d'imprimer les motifs dans la pâte ne soit pas laissée au tuilier, mais effectuée par un « tailleur d'images » pour le compte du commanditaire, ces outils étant ensuite remis au tuilier.

Ce cas précis s'est par exemple rencontré pour la fabrication des carreaux de l'hôtel du chancelier Rolin à Dijon en 1447 (repris à l'identique l'année suivante dans les Hospices de Beaune), lesquels portaient, sur un ensemble de quatre carreaux, un motif végétal complexe encadrant les initiales du chancelier et de son épouse (Amé, 1859, p. 160–162; Prigent, 1999, p. 692; Rosen, 2006, p. 651). À cette occasion, Rolin commanda et visa lui-même le motif, avant de le faire réaliser en bois par un « tailleur d'images » de Dijon, les matrices étant ensuite remises en mains propres au fabricant de la tuilerie d'Aubigny, à 20 km de distance, avec le plomb destiné à réaliser la glaçure. Plus important encore et toujours en lien avec le même duché, on peut citer la réalisation des carreaux du château d'Hesdin par Philippe II « le Hardi »⁴, en tant que comte de Flandre et d'Artois (Le Breton, 1881, p. 492–494; Berendsen, 1967, p. 53; Norton, 1984, p. 151–153; Rosen, 1995, p. 83; Jugie, 2000, p. 69). Cette fois, si on ne conserve pas de mention de motif particulier pour ces « quarriaux pains et jolis », il faut noter que le seigneur ou ses exécutants choisirent de faire appel à Jehan le Voleur, faiseur de carreaux et « valet de chambre » de Philippe II (donc attaché à sa cour, quelles qu'aient été ses fonctions concrètes), installé à Ypres, à 80 km d'Hesdin. Afin de pouvoir bénéficier dans les meilleures conditions du travail de cet artisan, qui avait déjà produit des carreaux pour le duc, ce dernier fit construire de toutes pièces une tuilerie à proximité du château en construction, dans laquelle Jehan le

⁴ Malgré la proximité de nom, il s'agit bien de Philippe II duc de Bourgogne, à ne pas confondre avec Philippe III roi de France, également surnommé « le Hardi ».

Voleur dut déménager. De plus, il dut s'adapter aux normes locales en ce qui concernait les dimensions des carreaux. Enfin, son travail fut contrôlé par Melchior Broederlam, autre « valet » qui était alors le peintre attitré de la cour du duc (et dont un certain nombre d'œuvres sont conservées), également en charge du contrôle des éléments iconographiques.

Ainsi, on retrouve là encore une imbrication de la technique dans des réseaux nettement plus considérables et influents : les caractéristiques générales de la commande émanent dans tous les cas de l'autorité, les éléments techniques sont au moins visés par les contrôleurs de celles-ci, voire directement fournis à l'artisan, et le choix de ce dernier comme exécutant fait appel à des critères sociaux ou économiques au moins autant que purement techniques. Dans ce cas, les pôles principaux du sous-système sont donc bien sûr le producteur et le commanditaire, mais l'intérêt réside dans l'identification des éléments ayant amené à la création d'un lien particulier entre ces deux acteurs plutôt que d'autres, donc au choix du producteur par le commanditaire. La simple valeur technique de l'artisan n'est pas suffisante pour expliquer ce choix, qui fait intervenir d'autres éléments contextuels extérieurs pouvant avoir une influence à plus grande échelle (pouvant aussi bien le favoriser que le défavoriser auprès d'autres clients potentiels, par exemple), comme sa réputation auprès de commanditaires renommés, son emplacement géographique ou encore le statut juridique de son atelier.

Réseaux de penseurs, réseaux de pensées

- *Aux origines de l'information technique*

Quoique les traités techniques rendent généralement compte d'opérations ou de faits prenant place dans le monde matériel concret, ceux-ci n'ont jamais pour but d'expliquer toute la technique, et encore moins de l'apprendre au lecteur. En effet, aussi bien les historiens ayant travaillé ce sujet que ces sources elles-mêmes s'accordent à pointer l'existence dans la pratique de nombreux non-dits, automatismes ou jugements intuitifs, qui ne s'acquièrent que par l'expérience et ne peuvent être transmis à l'écrit, alors qu'ils constituent souvent le cœur même de la maîtrise technique (Brongniart, 1844, vol. 1, p. 231 ; Garçon, 2013b). En conséquence, les rédacteurs de ces traités cherchaient toujours à transmettre un autre type d'information : très souvent, pour ceux de l'époque moderne, il s'agissait

d'informer le lecteur (par définition une personne instruite et aisée) des principaux points à connaître sur le métier, dans le cas où celui-ci souhaiterait engager des artisans, voire débiter une activité dans ce domaine (Caron, 2010, p. 7–8). Il ne s'agissait pas pour lui d'apprendre à fabriquer des briques ou à conduire un four de ses mains, puisqu'il embauchait des gens de métier pour cela, mais plutôt à avoir les connaissances nécessaires pour comprendre les actions de ceux-ci et en discuter avec eux, évaluer les temporalités et coûts des opérations, ou encore connaître les produits susceptibles d'être obtenus et pouvoir juger de leur qualité. En conséquence, les rédacteurs eux-mêmes des traités techniques ne maîtrisaient généralement pas non plus de leurs propres mains ces mêmes opérations, mais étaient plutôt des ingénieurs, entrepreneurs ou lettrés ayant appris ces paramètres de gestion et transmettant leurs connaissances. Toutefois, il apparaît aussi à la lecture des traités, mêmes les plus importants sur ce sujet (à savoir l'*Encyclopédie*, la *Description des Arts et Métiers*, et les ouvrages semblables les ayant suivis), que ces rédacteurs visaient parfois simplement à publier un ouvrage ou un article pour des raisons financières ou sociales, en effectuant un minimum d'efforts quant à la collecte et à la présentation des informations qui y étaient fournies.

Exemplaire à ce titre est la constitution des articles en lien avec la terre cuite architecturale parus dans l'*Encyclopédie*, en 1751 pour « Argile », « Brique » et « Carreau », et en 1765 pour « Tuile », « Tuilerie » et « Tuyau » (Diderot & D'Alembert, 1751-1765)⁵. Tous sont des copies exactes ou au moins des synthèses d'informations parues précédemment dans d'autres ouvrages ; ce phénomène, loin d'être propre à la terre cuite architecturale, était d'ailleurs généralisé, au moins pour les matières techniques et non philosophiques (Kojima, 2010). Les plus évidentes sont les articles « Argile », signé Louis-Jean-Marie Daubenton et copie exacte d'un chapitre de l'*Histoire naturelle* que celui-ci a co-publié avec Georges-Louis Buffon en 1749 (Buffon & Daubenton, 1749, p. 259–295 ; Diderot & D'Alembert, 1751-1765, vol. 1, p. 645–647) ; l'article « Carreau », reproduisant un mémoire de géométrie de type combinatoire de Sébastien Truchet paru dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* en 1704 (Truchet, 1704 ; Diderot

⁵ Nous ne traiterons pas ici des planches de l'*Encyclopédie*, qui appellent leurs propres réflexions mais sont totalement indépendantes des articles et n'ayant pas eu de continuation. Elles représentent une tuilerie probablement réelle, mais extrêmement particulière, sorte de « tuilerie modèle » sans grand rapport avec les installations les plus communes.

& D'Alembert, 1751-1765, vol. 2, p. 699–701); et l'article « Tuyau », signé Louis de Jaucourt mais correspondant exactement au court article éponyme du *Dictionnaire* de Jacques Savary des Brûlons de 1723 (Savary Des Brûlons, 1723, vol. 2, p. 1733–1734 ; Diderot & D'Alembert, 1751-1765, vol. 16, p. 767). Quant aux trois autres articles, ils sont tous traduits depuis la *Cyclopaedia* d'Ephraïm Chambers (1728), dictionnaire encyclopédique anglais en deux volumes, paru en 1728 (et synthétisant lui-même des publications plus anciennes), dont l'*Encyclopédie* française devait à l'origine être la simple traduction. Ceci implique la présence dans le texte de références à des exemples anglais, remontant parfois jusqu'au xv^e siècle, mais une absence par défaut d'éléments techniques spécifiquement français. Jaucourt, pour l'article « Tuilerie » (Diderot & D'Alembert, 1751-1765, vol. 16, p. 739–740), et le traducteur anonyme de l'article « Tuile » (Diderot & D'Alembert, 1751-1765, vol. 16, p. 738–739), n'ont pas cherché à combler cette lacune et se sont contentés d'une traduction brute, à l'occasion entachée d'erreurs dues à une mauvaise compréhension des points techniques dans le texte original. Pour l'article « Brique », Urbain de Vandenesse tenta de compléter le propos par des données françaises, mais étant néophyte dans ce domaine parvint plutôt à embrouiller l'ensemble (Diderot & D'Alembert, 1751-1765, vol. 2, p. 421–423). La *Description des arts et métiers* donnait elle une matière plus sérieuse, puisqu'elle regroupait les mémoires originaux de deux ingénieurs militaires ayant eu à travailler avec des briquetiers pour l'édification de fortifications : Jean-Gaffin Gallon au Havre et Charles-René Fourcroy de Ramecourt en Flandre et Artois (Duhamel Du Monceau, Fourcroy de Ramecourt & Gallon, 1763). Toutefois, tous deux traitaient de cuisson de briques en très grandes quantités, dans un four maçonné de très grande capacité pour Gallon et en meule (donc sans maçonnerie) pour Fourcroy, ce qui n'était absolument pas transposable à la cuisson des tuiles et carreaux, ni aux habitudes de la majeure partie du territoire pour la cuisson des briques. Les fours communs étaient en effet maçonnés, avec une capacité dix fois moindre et un fonctionnement technique différent par rapport au four en meule, mais encore une capacité trois à quatre fois moins importante que le four maçonné du Havre. Là encore, Henri-Louis Duhamel du Monceau, en tant qu'éditeur, compléta le propos avec des informations plus généralistes, issues de ses propres observations et réseaux d'information en régions parisienne et orléanaise, et d'une série d'articles

publiés dans le *Journal Economique* par Pierre de Vigny entre 1752 et 1759 (Anonyme, 1758a,b,c; 1759a,b; De Vigny, 1752).

- *Diffusion de l'information*

Ce phénomène de récupération de l'information préexistante dans la littérature ne s'est pas arrêté à ces deux œuvres majeures. En effet, si l'*Encyclopédie*, de qualité à l'évidence limitée étant donnée la disparité voire l'incohérence de ses articles, n'a pas eu de suite intellectuelle, la *Description des arts et métiers* a elle été à l'origine de tous les traités techniques français sur la question de la terre cuite architecturale pendant presque un siècle (cf. figure 3)⁶. Dans le dernier tiers du XVIII^e siècle, les différents éditeurs cherchant à concurrencer l'édition originale de l'*Encyclopédie* s'en sont systématiquement emparés. Dès 1770, l'*Encyclopédie d'Yverdon*, éditée en Suisse par Fortunato Bartolomeo de Felice et se voulant une alternative moins anticléricale à celle de Paris, reprit directement les données de la *Description des arts et métiers* concernant la terre cuite architecturale, en les augmentant d'observations effectuées en Suisse (De Felice Fortunato, 1770-1780). Ces ajouts se trouvèrent inclus dans la nouvelle édition de 1776 de la *Description des arts et métiers* (Duhamel Du Monceau, Fourcroy de Ramecourt, Gallon & Fougeroux de Bondaroy, 1776), également augmentée d'un nouveau mémoire envoyé par Gabriel Jars en 1767 et portant sur la cuisson à la tourbe en Hollande (encore moins pratiquée en France que les méthodes décrites par Gallon et Fourcroy de Ramecourt). En même temps était rédigé le *Supplément à l'Encyclopédie*, se voulant également un correctif à certains articles jugés trop faibles dans l'original (Robinet, 1776-1777) : l'article « Brique » de Vandenesse fut ainsi jugé, et remplacé par l'article de la nouvelle édition de la *Description*. Enfin, c'est cet article du *Supplément* qui fut inclus dans l'*Encyclopédie Panckoucke* en 1782 (Panckoucke, 1782-1832). Ainsi, le texte de l'édition « définitive » de l'*Encyclopédie* n'était autre que celui de la *Description des arts et métiers*, avec les ajouts apportés par une série de versions intermédiaires.

Cette dynamique ne s'est cependant pas arrêtée à l'*Encyclopédie Panckoucke* : celle-ci a en effet servi de référence aux premiers traités

⁶ Les copies étant souvent effectuées strictement à l'identique, l'identification du circuit suivi par les textes d'un ouvrage à l'autre se fait par l'observation de détails, comme des révisions orthographiques ponctuelles ou de légères modifications de la ponctuation.

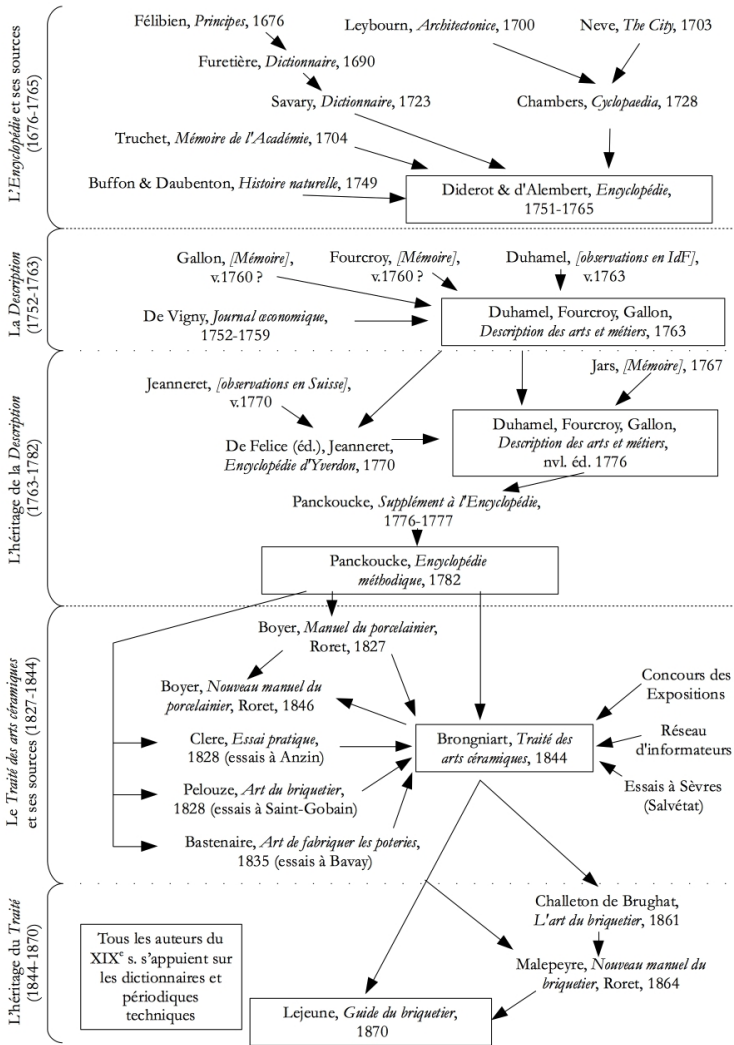


Figure 3 – Schéma d'ensemble de la circulation des textes entre ouvrages techniques français concernant la terre cuite architecturale jusqu'à 1870. Les encadrés indiquent les publications ayant fait office de points d'aboutissement et/ou de départ d'un mouvement de diffusion. (Source : schéma réalisé par l'auteur)

du XIX^e siècle, malgré une interruption des publications au sujet de la terre cuite architecturale dans le premier quart de celui-ci. Le premier

traité à paraître au cours de ce siècle fut le *Manuel du porcelainier* signé M. Boyer en 1827, dans la collection des manuels Roret (Boyer, 1827). La partie concernant la terre cuite architecturale reprenait les données de l'*Encyclopédie Panckoucke*, en les synthétisant. Dès l'année suivante, deux autres ouvrages parurent, dus à des ingénieurs : l'*Essai pratique sur l'art du briquetier* de Jean-François Clere (1828), et l'*Art du briquetier* d'Edmond Pelouze (1828). Le premier avait eu l'occasion de travailler avec des briquetiers alors qu'il était en poste à Anzin, et le second à Saint-Gobain, et tous deux présentaient leurs expériences en les ajoutant là encore à des informations synthétisées depuis l'*Encyclopédie Panckoucke*. En 1835, François Bastenaire-Daudenart fit de même dans l'*Art de fabriquer les poteries*, bien qu'il ait pour sa part acquis son expérience en tant que propriétaire faisant bâtir une habitation (Bastenaire-Daudenart, 1835). L'ensemble des informations apportées par ces traités, ainsi toujours que celles de l'*Encyclopédie Panckoucke*, servirent enfin de socle pour les parties concernant la production pratique du *Traité des arts céramiques* d'Alexandre Brongniart, en 1844 (Brongniart, 1844). Celui-ci y ajouta également une grande quantité d'informations de nature plus technologique provenant des essais sur les matières et pâtes effectués par Alphonse Salvétat dans les laboratoires de la manufacture de Sèvres, ainsi que des éléments provenant d'un réseau d'informateurs et des dossiers d'inventions qu'il avait à évaluer en tant que membre des jurys d'Expositions industrielles. Après la publication du traité de Brongniart, les auteurs suivants ne firent plus directement référence à l'*Encyclopédie méthodique* : les deux nouveaux manuels Roret publiés en 1846 et 1864 (Boyer, 1846 ; Malepeyre, 1864), ainsi que *L'art du briquetier* de F. Challeton de Brughat en 1861 (Challeton De Brughat, 1861), et le *Guide du briquetier* d'Émile Lejeune en 1870 (Lejeune, 1870), puisaient directement dans le *Traité des arts céramiques*, faisant petit à petit disparaître l'héritage direct de la *Description des arts et métiers*. Il faut toutefois également noter pour l'ensemble de ces traités du XIX^e siècle un autre type de source, elle aussi directement copiée pour insérer des descriptions des machines qui commençaient alors à se développer : les périodiques techniques. Ceux-ci soulèvent leurs propres problématiques, étant étroitement liés aux circuits de l'innovation technique, eux aussi particulièrement dépendants de réseaux sociaux-économiques.

Cette fois encore, bien que la thématique soit éloignée de celle des normes et commandes bien concrètes discutées précédemment, la traduction systémique de ces observations nous amène à devoir définir un

sous-système dont les principaux constituants écartent presque totalement les artisans maîtrisant réellement la technique discutée. Ici, les acteurs sont uniquement les rédacteurs et éditeurs des ouvrages techniques, maniant un matériau textuel quasiment sans aucune référence à la réalité matérielle supposément décrite dans celui-ci. Dans le cas de Fourcroy et Gallon, décrivant des procédures observées *de visu*, les circonstances sont extrêmement particulières et liées à des éléments contextuels (le statut d'ingénieur militaire des auteurs) conditionnant aussi bien la nature de la technique observée que leur capacité — et leur intérêt — à la rédiger et transmettre. Avec un tel sous-système recentré sur les éditeurs et faisant presque totalement disparaître les praticiens, les éléments en jeu sont donc évidemment du ressort des enjeux de sociabilité dans les milieux intellectuels et des stratégies d'écriture employées, et n'ont qu'un rapport très lointain à la technique en elle-même. Ainsi qu'il a été introduit à la fin du paragraphe précédent, ce système s'est cependant élargi au XIX^e siècle, comme détaillé par la suite.

De l'invention à l'innovation

- *Une recherche d'économies*

L'invention et l'innovation (la seconde étant définie comme l'adoption à grande échelle par l'environnement technique de la première, cas de figure exceptionnel par rapport à la masse des inventions proposées) se sont polarisées au XIX^e siècle autour de deux problématiques, toutes deux liées à la volonté de réaliser des économies à grande échelle. En premier lieu, le poids très important des matériaux, impliquant des coûts de transports élevés, a conduit à une volonté d'allègement : celle-ci a amené à l'adoption de « tuile mécanique » (aussi lourde qu'une tuile normale mais ne nécessitant pas de superposer plusieurs couches de tuiles pour assurer l'étanchéité du toit) et de la « brique creuse ». L'autre champ de recherche concernait le combustible des fours : qu'il s'agisse de bois ou de charbon, il était nécessaire sur les fours « intermittents » de l'époque moderne de procéder à une montée lente en température dite « petit feu », pendant plusieurs jours, et à un refroidissement final pouvant dépasser une semaine, pour une cuisson de « grand feu » ne dépassant pas deux jours. Afin d'éviter les pertes de temps et le coût du combustible nécessaire au « petit feu », des systèmes de « fours continus » furent donc développés. Leur

principe général consistait à juxtaposer des fours intermittents, la chaleur du grand feu d'un four étant récupérée pour la montée en température et le refroidissement contrôlé des fours voisins : de cette manière, il était possible de n'allumer les fours que pour le grand feu, et de disposer ainsi d'une cuisson en continu sur le groupe de fours tout en économisant du combustible. Or, les différentes variantes de ces principes généraux ont été extrêmement nombreuses : de plus en plus nombreux à partir de la décennie 1820, les brevets déposés en lien avec la terre cuite architecturale ont ainsi atteint un nombre de 75 pour la seule année 1855, dont environ la moitié concernaient des tuiles mécaniques, soit un tous les dix jours en moyenne. Les quelques modèles effectivement adoptés massivement et devenus des innovations ne sont donc que des cas particuliers dans une masse d'inventions beaucoup plus importante, et ne sont d'ailleurs pas forcément les plus anciens de chaque type.

L'exemple typique est celui de la tuile mécanique, dont le modèle le plus reconnu est celui de la tuile Gilardoni, breveté en 1841⁷. Or, son principe technique de fonctionnement est similaire à celui de la « panne flamande » déjà employée à l'époque moderne, décrite par de Vigny en 1758 (Anonyme, 1758b), et brevetée quasiment telle quelle par Alexandre Lorgnier en 1813⁸. Le principe d'imbrication proprement dit se retrouve déjà sur les tuiles Courtois en 1825⁹, ou encore Klein en 1840¹⁰ (cf. figures 4, 5, 6). De même, l'idée des briques creuses, associées aux frères Henri-Jules et Paul Borie avec un brevet en 1848¹¹, pouvait déjà s'observer dans les briques creuses Fonrouge en 1838¹², et surtout dans celles pour

⁷ Institut national de la propriété industrielle (INPI) 1BA9055 – Gilardoni Joseph, Gilardoni Xavier, procédé de fabrication de tuiles plates imperméables avec système d'emboîtement et canaux d'écoulement intérieur, 1841.

⁸ INPI 1BA748 – Lorgnier Alexandre, tuiles et faïtières de formes et dimensions particulières, dites tuiles à coulisses, 1813.

⁹ INPI 1BA2215 – Courtois Jacques-Antoine, fabrication de briques et mâtres en terre cuite, qui s'enclavent les unes dans les autres, et propres à la construction des cheminées, 1825.

¹⁰ INPI 1BA8586 – Klein Victor, procédé de fabrication de tuiles en terre, zinc, asphalte, etc., 1840.

¹¹ INPI 1BB7632 – Borie Henri-Jules, Borie Paul, Briques et poteries tubulaires, 1848.

¹² INPI 1BA6758 – Fonrouge Antoine-Catherine-Adolphe, nouveau système de construction de murs en terre cuite, 1838.

tuyaux de cheminée de Charles-Pierre Gourlier en 1825¹³, effectivement employées à Paris : la modification consistait à creuser les briques pour les alléger et non pour y faire passer des gaz, mais le principe technique restait le même. L'élément réellement novateur proposé par les frères Borie était la production par « filière », permettant d'obtenir par pression un ruban d'argile creux, découpé ensuite aux dimensions d'une brique. Toutefois, là encore, le principe n'était pas entièrement nouveau, puisqu'il avait déjà été proposé par François-Vital-Martin Terrasson de Fougères en 1831¹⁴, sans le vide intérieur dans le ruban d'argile. Enfin, quant au four continu associé au nom de Friedrich Hoffmann (brevet allemand en 1858) (Hoffmann & Licht, 1865), il s'agissait là encore d'une filière technique déjà amorcée à la fin des années 1830, avec Lamy par exemple¹⁵. Si les modifications apportées par Hoffmann étaient cette fois plus importantes (disposition circulaire et emploi du charbon à la manière des fours en meule), il faut toutefois noter que l'organisation ovoïde la plus couramment rencontrée a elle été développée plus tardivement, en particulier par Simon en France (Cartier, 2001, p. 15 ; Paul-Cavallier & Hamon, 2005, p. 24).

- *Les réseaux de l'innovation*

Ainsi, les inventeurs ont donc dû se démarquer de la concurrence avec des produits qui s'inséraient dans des lignées d'inventions, et qui ne montraient donc pas à l'évidence une supériorité écrasante. Les inventions devenues des « innovations » ne sont donc en réalité pas forcément des avancées techniques capitales, mais plutôt des inventions que leur auteur a su faire connaître via un réseau social adapté. La solution la plus évidente pour les inventeurs disposant du potentiel économique nécessaire était de faire appel à un ingénieur-conseil : les deux cabinets les plus courants dans le domaine de la terre cuite architecturale, d'après leurs mentions dans les brevets, étaient ceux d'Eugène Armengaud et d'Antoine Perpigna.

¹³ INPI 1BA2165 – Gourlier Charles-Pierre, briques propres à la construction des tuyaux de cheminée, des ventouses et autres pratiquées dans l'épaisseur des murs, 1825.

¹⁴ INPI 1BA3822 – Terrasson de Fougères François-Vital-Martin, machine à faire les tuiles, briques, etc., 1831.

¹⁵ INPI 1BA7017 – Lamy Jean-Marie-Abel, nouveau four à briques ou nouvel appareil économique composé de plusieurs fours réunis, dépendant les uns des autres, et propres à cuire simultanément avec un seul feu toute espèce de briques, de tuiles, de carreaux, la poterie commune et la faïence, etc., 1838.

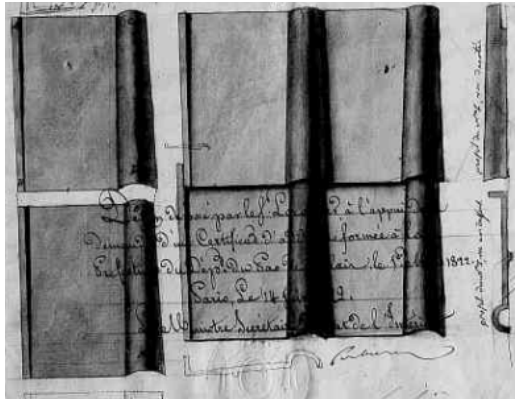


Figure 4 – Brevet de la « tuile à coulisse » Lorgnier, 1813
(Source : INPI 1BA748, fol. 12, détail)

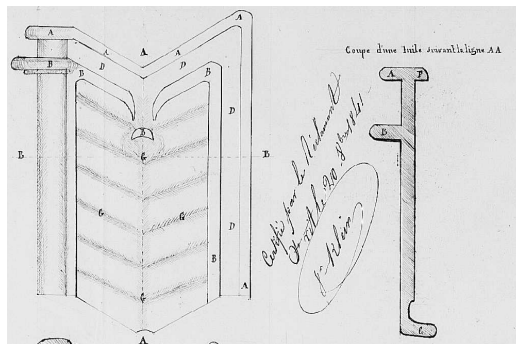


Figure 5 – Brevet de la tuile Klein, 1840
(Source : INPI 1BA8586, fol. 13, détail)

Ceux-ci étaient à même de fournir à la fois une aide technique et juridique pour la rédaction, le dépôt et la protection des brevets, mais également d'assister les inventeurs en cas de procès, de publier leurs inventions dans des périodiques techniques qu'ils dirigeaient (la *Publication industrielle* pour Armengaud et le *Génie industriel* pour Perpigna), ou encore de leur faire bénéficier de leurs réseaux de connaissances. Borie a ainsi publié un article pour ses briques creuses dans le *Génie industriel* en 1855 (Borie,

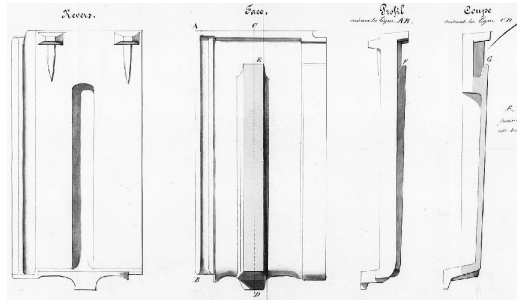


Figure 6 – Brevet de perfectionnement de la « tuile à emboîtement » ou « tuile mécanique » Gilardoni (brevetée en 1841), 1851
(Source : INPI 1BB11304, fol. 6, détail)

1855), et Carville, briquetier prospère d'Issy-les-Moulineaux ayant déposé deux brevets¹⁶, dans la *Publication industrielle* en 1842 (Armengaud, 1842).

Avec ou sans recours aux ingénieurs-conseils, le panel de possibilités offertes pour faire connaître une invention était encore plus varié, à condition encore une fois de disposer des moyens matériels mais aussi sociaux d'y recourir. Tous, y compris les moins fortunés, pouvaient candidater pour des prix mis au concours particulièrement par la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (SEIN) : les meilleures performances se voyaient publiées dans le *Bulletin* de cette institution, et remettre un prix permettant parfois de couvrir les frais de dépôt du brevet, qui s'avéraient rédhibitoires pour qui ne disposait pas de capitaux préalables (ou n'était pas associé avec un investisseur dans des conditions généralement peu avantageuses) (Emptoz & Marchal, 2002). Terrasson de Fougères par exemple remporta la médaille d'or de la SEIN en 1828 avec sa machine à filière (en concurrence avec Boyer, l'auteur du premier *Manuel Roret*), et fut publié l'année suivante dans le *Bulletin* (Terrasson de Fougères, 1829), se faisant ainsi connaître et déposant son brevet seulement en 1831 ; le *Portefeuille industriel du Conservatoire des Arts et Métiers* s'en fit écho en 1836 (Anonyme, 1836). Carville, lui, remporta à la fois le prix de la SEIN et le prix de mécanique de l'Académie des sciences en 1842, alors qu'il avait été publié dès les deux années précédentes dans leurs périodiques

¹⁶ INPI 1BA5685 – Carville Charles-Louis-Joseph, machine à fabriquer les briques, carreaux, tuiles, pannes, briques de chaux hydraulique formées de craie et de glaise, briques de marne et tous produits de terre cuite, briques de poussier, de coke, briquettes, mottes, briques de tourbe, 1841.

respectifs (Carville, 1840; 1841b,c). Borie, s'il ne remporta aucun de ces prix, fut lui aussi édité dans le *Bulletin* de la SEIN en 1857 (Anonyme, 1857). Il était également possible, là encore pour qui disposait des fonds et relations nécessaires, de s'inscrire aux Expositions industrielles et universelles, octroyant une visibilité de fait et une participation aux concours qui les accompagnaient : ce sont les dossiers déposés à cette occasion qui ont permis à Brongniart, membre des jurys, de constituer la documentation technique présente dans son *Traité des arts céramiques*. Certains choisirent même de mettre en place un programme publicitaire, comme Terrasson de Fougères et Carville qui publièrent leur brevet ou des textes proches en tirés à part, assortis des conditions de vente de leurs machines, ou des licences de leurs brevets (Carville, 1841a; Terrasson de Fougères, 1831). Enfin, compte tenu de la faible protection des brevets, des cas de procès en contrefaçon sont à relever, comme celui de Jean-Marie Perrusson à Écuisses, condamné plusieurs fois pour avoir tenté d'usurper l'identité commerciale des produits de Montchanin (Bonnot, 1997; Richard, 1990; Wagnien, 1866). Borie alla également en procès en 1858 : là encore, on retrouve le rôle d'un réseau social fermé, puisque l'expert désigné par la Cour pour trancher l'aspect technique de l'affaire ne fut autre que Salvétat, le chimiste de la manufacture de Sèvres qui avait effectué les essais de pâtes publiés par Brongniart, et qui était entre-temps devenu professeur à l'École Centrale (Salvétat, 1858). Ainsi, une fois encore, l'innovation apparaît donc au moins autant comme la résultante de la constitution et de la mobilisation d'un réseau social efficace (impliquant un certain capital financier, social et politique préexistant de l'inventeur) que comme une question purement technique.

Par rapport au système tel que défini pour les traités techniques du XVIII^e siècle, comprenant essentiellement leurs rédacteurs mais très peu les personnes directement concernées par la technique, celui du XIX^e siècle semble donc bien s'être agrandi. En effet, si les simples producteurs de terre cuite eux-mêmes y sont restés globalement étrangers, les inventeurs et innovateurs y sont eux rapidement entrés, sous forme d'un sous-système propre mais connecté. En effet, le sous-système de l'innovation regroupe les inventeurs et les acteurs leur permettant de faire connaître leurs machines (ingénieurs-conseils, financiers, sociétés savantes, et leurs publications respectives), la technicité n'étant d'ailleurs toujours pas l'élément clé de cet ensemble. Celui-ci est lié au sous-système des traités techniques à la fois par ses produits écrits, à savoir les périodiques

techniques, permettant avant tout de faire connaître les inventions au sein du système de l'innovation, mais étant également employés comme vecteurs de connaissances par les acteurs du système des écrits techniques ; ainsi que par ses acteurs eux-mêmes, dont un certain nombre se retrouvent dans les deux sous-systèmes, et constituent en conséquence les acteurs clés du système de la pensée technique « savante » au XIX^e siècle.

Conclusion

Nous n'avons présenté ici que trois cas particuliers de la thématique considérée, mais non des moindres. Les carreaux de pavement décorés restent à ce jour le type de terre cuite architecturale le plus étudié pour les époques médiévale et moderne, puisque, à la différence des briques et tuiles, leur iconographie intéresse également l'histoire de l'art. Les traités techniques sont pour leur part une source majeure d'information pour les XVIII^e et XIX^e siècles, d'autant que l'archéologie reste encore peu développée pour ces époques. Enfin, la question de l'innovation est au cœur des dynamiques propres au XIX^e siècle ayant mené progressivement à une transformation des systèmes productifs (qui ne sont devenus réellement « industriels » qu'au mieux dans le dernier quart du XIX^e siècle dans notre domaine). Pourtant, dans les trois cas, il apparaît nettement que, si la technique reste centrale, la compréhension détaillée des relations qui l'entourent ne peut passer que par une approche très large et de type systémique. On l'a vu nettement à propos des traités et de l'innovation. Les informations techniques contenues dans les traités sont quasiment toutes « exceptionnelles » ou du moins très spécifiques à une pratique bien délimitée, et ne sauraient être considérées comme représentatives de la pratique courante en France à leur époque. De plus, elles ont été réutilisées pendant un siècle par des auteurs souvent éloignés du terrain : on comprend alors pourquoi Brongniart s'étonnait dans son traité d'avoir appris par l'un de ses élèves l'existence en Sologne de fours à cheminée pyramidale, alors même qu'il s'agit de la disposition la plus courante des tuileries de cette région (Brongniart, 1844, p. 348)¹⁷. L'importance de

¹⁷ Il est impossible d'affirmer avec certitude que ces fours à cheminée pyramidale constituaient l'archétype solognot en 1844. Toutefois, cela semblait bien être le cas un quart de siècle plus tard à peine, et on ne conserve pas trace de changements techniques radicaux dans les décennies précédentes. On peut donc avancer que,

la prise en compte des différents paramètres développés apparaît aussi manifestement pour les modules et les commandes, puisque ce sont les choix de tiers qui influent directement sur les paramètres techniques mis en œuvre par l'artisan.

Dans une perspective systémique, l'identification des éléments clés des sous-systèmes, et de leurs points d'interaction, permet de mettre en évidence une organisation dépassant très largement l'acteur technique. Celui-ci met certes en œuvre son savoir-faire en tenant compte des facteurs contextuels nécessaires aux opérations envisagées, mais son activité est soumise à un nombre considérable de paramètres qui lui sont plus ou moins directement imposés. Son activité peut même être « observée » et formalisée pour devenir un matériau à part entière de la littérature technique sans que lui-même n'ait pris aucune part à son élaboration ou à sa diffusion. Ainsi, l'observation de l'ensemble des éléments formant système et de leurs interactions permet de dégager des axes d'articulation qui apparaissent plus difficilement en ne prenant en compte que des sous-systèmes plus ou moins artificiellement clos. Toutefois, comme nous l'avions souligné précédemment, aucune méthodologie spécifiquement adaptée à une étude systémique en histoire n'existe à l'heure actuelle : nous ne pouvons donc qu'appeler à développer des recherches dans ce sens, afin de fournir un outil d'analyse efficace dans une direction de recherche qui nous semble amenée à se développer dans le futur.

Références

- AMÉ Émile (1859), *Les carrelages émaillés du Moyen Âge et de la Renaissance, précédés de l'histoire des anciens pavages : mosaïque, labyrinthes, dalles incrustées*, Paris, Morel et Cie.
- ANONYME (1758a), « Mémoire sur la Brique où l'on expose les défauts de la manière dont on la fait ordinairement, & où l'on donne la meilleure méthode de la fabriquer », *Journal Économique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c.*, p. 505–510.

à défaut d'être forcément omniprésents, ces fours devaient tout de même être relativement répandus au moment de la rédaction du traité de Brongniart.

- ANONYME (1758b), « Mémoire sur la tuile », *Journal Economique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c*, p. 400–406.
- ANONYME (1758c), « Observations sur les manufactures de produits de terre », *Journal Economique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c*, p. 351–353.
- ANONYME (1759a), « Mémoire sur la maniere de bien cuire la Brique & autres ouvrages de Tuilerie », *Journal Economique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c*, p. 68–75.
- ANONYME (1759b), « Mémoire sur les Fours à Brique », *Journal Economique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c*, p. 116–121.
- ANONYME (1836), « Machine à faire les briques, de M. Terrasson-Fougères, au Teil (Ardèche) », *Portefeuille industriel du Conservatoire des arts et métiers, ou Atlas et description des machines, appareils, instrumens et outils employés en agriculture et dans les différens genres d'industrie*, vol. 2, p. 49–62.
- ANONYME (1857), « Rapport sur les briques creuses dites tubulaires de M. P. Borie et sur la machine qui sert à les fabriquer à l'usine de la rue de la Muette, à Paris », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 56, p. 673–683.
- ARMENGAUD Eugène (1842), « Machines à faire les briques, tuiles et carreaux, par M. Carville aîné, à Issy, près de Paris, et par M. Capouillet, de Mons, en Belgique », *Publication industrielle des machines outils et appareils les plus perfectionnés et les plus récents employés dans les différentes branches de l'industrie française et étrangère*, vol. 2, p. 356–371.
- BASTENAIRE-DAUDENART François (1835), *L'art de fabriquer les poteries communes usuelles, les grès fins et grossiers, les creusets, les carreaux, les tuiles, les briques ordinaires et réfractaires*, Paris, Librairie pour l'Art Militaire, les Sciences et les Arts.

- BEAUSSART Philippe (1989), « Terres cuites médiévales et post-médiévales du Musée de Valenciennes », dans Gilles BLIECK (éd.), *Travaux du groupe de recherches et d'études sur la céramique dans le Nord-Pas-de-Calais. Actes du colloque de Lille (26-27 mars 1988)*, s.l., Nord-Ouest Archéologie, p. 203–207.
- BERENDSEN Anne (1967), *Tiles. A General History*, Londres, Faber & Faber.
- BIGET Jean-Louis, BOUCHERON Patrick & THÉBERT Yvon (2000), « Conclusions », dans Patrick BOUCHERON, Henri BROISE & Yvon THÉBERT (éds.), *La brique antique et médiévale. Production et commercialisation d'un matériau. Actes du colloque international, Saint-Cloud, 16-18 novembre 1995*, Rome, École française de Rome, p. 471–477.
- BONNOT Thierry (1997), *L'industrie céramique des rives du canal du Centre, Saône-et-Loire*, Paris, Éditions du Patrimoine.
- BORIE Henri-Jules (1855), « Moulage mécanique des briques creuses », *Le Génie industriel. Revue des inventions françaises et étrangères, annales des progrès de l'industrie agricole et manufacturière*, vol. 10, p. 231–237.
- BOYER M. (1827), *Manuel du porcelainier, du faïencier et du potier de terre; suivi de l'art de fabriquer les terres anglaises et de pipe, ainsi que les poêles, les pipes, les carreaux, les briques et les tuiles*, 2 tomes, Paris, Roret.
- BOYER M. (1846), *Nouveau manuel complet du porcelainier, du faïencier, du potier de terre, du briquetier, du tuilier, contenant des notions pratiques sur la fabrication des porcelaines, faïences, pipes, poêles, briques, tuiles et carreaux*, 2 tomes, Paris, Roret.
- BRONGNIART Alexandre (1844), *Traité des arts céramiques ou des poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie*, 3 tomes, Paris, Béchét Jeune.
- BUFFON Georges-Louis & DAUBENTON Louis-Jean-Marie (1749), *Histoire naturelle générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*, vol. 1, Paris, Imprimerie royale.
- CAMBIEN Aurore (2007), *Une introduction à l'approche systémique. Appréhender la complexité*, Lyon, Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme.
- CARON François (2010), *La dynamique de l'innovation. Changement technique et changement social (XVI^e-XX^e siècle)*, Paris, Gallimard.
- CARTIER Claudine (2001), « De la brique de campagne à la brique vernissée », *L'archéologie industrielle en France*, vol. 39, p. 8–18.

- CARVILLE Charles-Louis-Joseph (1840), « Note sur une machine pour la fabrication des briques à bâtir », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, vol. 10, p. 465.
- CARVILLE Charles-Louis-Joseph (1841a), *Brevet de 10 ans. Machine à fabriquer les briques, les tuiles, les carreaux et tous les produits de terre cuite*, Paris, Édouard Proux.
- CARVILLE Charles-Louis-Joseph (1841b), « Correspondance », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, vol. 12, p. 1002.
- CARVILLE Charles-Louis-Joseph (1841c), « Machine à faire les briques », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 40, n° 439, p. 29–30.
- CHALLETON DE BRUGHAT F. (1861), *L'art du briquetier*, 2 tomes, Paris, Librairie scientifique, industrielle et agricole E. Lacroix.
- CHAMBERS Ephraïm (1728), *Cyclopædia, or An Universal Dictionary of Arts and Sciences*, 2 tomes, Londres, James & John Knapton. . .
- CLERE Jean-François (1828), *Essai pratique sur l'art du briquetier au charbon de terre d'après les procédés en usage dans le département du Nord et de la Belgique*, Paris, Carilian-Goeury.
- COUFFIGNAL Louis (1953-1954), « Méthodes et Limites de la Cybernétique », *Structure et Évolution des Techniques*, vol. 35-36, p. 2–11.
- COUFFIGNAL Louis (1957), « La Cybernétique (Essai méthodologique) », *Structure et Évolution des Techniques*, vol. 51-52, p. 1–17.
- DE FELICE FORTUNATO Bartolomeo (éd.) (1770-1780), *Encyclopédie, ou dictionnaire universel raisonné des connoissances humaines*, 58 tomes, Yverdon, s.n.
- DE LESPINASSE René (1892), *Les métiers et corporations de la ville de Paris, Tome II. XIV^e-XVIII^e siècle, orfèvrerie, sculpture, mercerie, ouvriers en métaux, bâtiment et ameublement*, Paris, Imprimerie nationale.
- DE VIGNY Pierre (1752), « Four à brique », *Journal Économique ou Mémoires, notes et avis sur l'Agriculture, les Arts, le Commerce, & tout ce qui peut y avoir rapport, ainsi qu'à la conservation & à l'augmentation des Biens des Familles, &c*, p. 89–109.
- DIDEROT Denis & D'ALEMBERT Jean (éds.) (1751-1765), *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 17 tomes, Paris, Le Le Breton.
- DONNADIEU Gérard, DURAND Daniel, NEEL Danièle, NUNEZ Emmanuel & LIONEL Saint-Paul (2003), « L'Approche systémique : de quoi s'agit-

- il? Synthèse des travaux du Groupe AFSCET “Diffusion de la pensée systémique” », <http://www.afscet.asso.fr/SystemicApproach.pdf>.
- DUCASSÉ Pierre & VALLÉE Robert (1958), « Grandeur, décadence et ténacité des thèmes Cybernétiques », *Structure et Évolution des Techniques*, vol. 59-60, p. 1–12.
- DUHAMEL DU MONCEAU Henri-Louis, FOURCROY DE RAMECOURT Charles-René & GALLON Jean-Gaffin (1763), *Descriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par Messieurs de l'Académie royale des sciences. L'art du tuilier et du briquetier*, Paris, Saillant & Nyon.
- DUHAMEL DU MONCEAU Henri-Louis, FOURCROY DE RAMECOURT Charles-René, GALLON Jean-Gaffin & FOUGEROUX DE BONDARROY Auguste-Denis (1776), *Descriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par Messieurs de l'Académie royale des sciences de Paris, Tome IV. L'art du tuilier & du briquetier, l'art de tirer des carrières la pierre d'ardoise, de la fendre de la tailler, l'art du couvreur, l'art du chafournier, l'art de faire le papier, l'art du cartonnier, et l'art du cartier*, Neuchâtel, Imprimerie de la Société Typographique.
- DURAND Daniel (1979), *La systémique*, Paris, Presses universitaires de France.
- EMPTOZ Gérard & MARCHAL Valérie (2002), *Aux sources de la propriété industrielle. Guide des archives de l'INPI*, Paris, Institut national de la propriété industrielle.
- GARÇON Anne-Françoise (2013a), « Du danger des sources écrites en Histoire des Techniques », *e-Phaïstos*, vol. 2, n° 2, p. 10–27.
- GARÇON Anne-Françoise (2013b), « Mais d'où vient la technologie? Ce qu'en apprennent les écrits des philosophes européens entre XVI^e-XVIII^e siècle », *e-Phaïstos*, vol. 2, n° 1, p. 14–22.
- GILLE Bertrand (éd.) (1978), *Histoire des techniques. Technique et civilisations. Technique et sciences*, Paris, Gallimard.
- GILLE Bertrand (1979), « La notion de “système technique” (essai d'épistémologie technique) », *Culture technique*, vol. 1, p. 8–18.
- GRAS Alain (1993), *Grandeur et dépendance. Sociologie des macro-systèmes techniques*, Paris, Presses universitaires de France.
- HILAIRE-PÉREZ Liliane (2003), « Pratiques inventives, cheminements innovants, crédits et légitimations », dans Liliane HILAIRE-PÉREZ & Anne-Françoise GARÇON (éds.), *Les chemins de la nouveauté : innover, inventer au regard de l'histoire*, Paris, Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 9–38.

- HOFFMANN Friedrich & LICHT A. (1865), « Four à feu continu pour la cuisson des briques », *Le Génie industriel. Revue des inventions françaises et étrangères, annales des progrès de l'industrie agricole et manufacturière*, vol. 30, p. 296–300.
- HUGUES Thomas Parke (1987), « The Evolution of Large Technological Systems », dans Wiebe BUKER, Thomas HUGUES & Trevor PINCH (éds.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge (MA), The MIT Press, p. 51–82.
- JUGIE Sophie (2000), « Les carreaux de faïence de Philippe le Hardi, duc de Bourgogne », dans Thierry CRÉPIN-LEBLOND & Jean ROSEN (éds.), *Images du pouvoir. Pavements de faïence en France du XIII^e au XVII^e siècle*, Paris, Réunion des musées nationaux, p. 65–72.
- KOJIMA Ryuji (2010), « Aux sources de l'Encyclopédie : les éditions du *Dictionnaire universel du commerce* utilisées par les encyclopédistes », *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, vol. 45, n° 1, p. 155–162.
- LE BRETON Gaston (1881), « Les carrelages à vernis plombifère et à émail stannifère », *Congrès archéologique de France*, vol. 47, p. 492–494.
- LEJEUNE Émile (1870), *Guide du briquetier, du fabricant de tuiles, carreaux, tuyaux et autres produits en terre cuite, suivi du Guide du chauffournier et du plâtrier*, Paris, Librairie du Dictionnaire des arts et Manufactures.
- LEMONNIER Pierre (1983), « L'étude des systèmes techniques. Une urgence en technologie culturelle », *Techniques & Culture*, vol. 54-55, p. 46–67. Édition utilisée : 2010.
- LUGAN Jean-Claude (1993), *La systémique sociale*, Paris, Presses universitaires de France.
- MALEPEYRE François (1864), *Nouveau manuel complet du briquetier tuilier, fabricant de carreaux et de tuyaux de drainage, contenant les procédés de fabrication, la description d'un grand nombre de machines, fours et appareils usités dans ces industries*, 2 tomes, Paris, Roret.
- NÈGRE Valérie (2006), *L'ornement en série. Architecture, terre cuite et carton-pierre*, Sprimont, Mardaga.
- NORTON Christopher (1984), « Medieval Tin-Glazed Painted Tiles in North-West Europe », *Medieval Archaeology*, vol. 28, p. 133–172.
- PANCKOUCKE Charles-Joseph (éd.) (1782-1832), *Encyclopédie méthodique*, Paris, Panckoucke.
- PAUL-CAVALLIER Gérard & HAMON Maurice (2005), *D'argile et d'hommes. Carnet de voyage au cœur de Terreal*, Paris, Somogy.

- PELOUZE Edmond (1828), *Art du briquetier, chauffournier et charbonnier, comprenant la fabrication du vinaigre de bois*, Paris, Malher et Compagnie.
- PRIGENT Christiane (éd.) (1999), *Art et société en France au xv^e siècle*, Paris, Maisonneuve et Larose.
- QUILICI-PACAUD Jean-François (1987), « Hommage à André Leroi-Gourhan », *Techniques & Culture*, vol. 54-55, p. 68-83. Édition utilisée : 2010.
- RICHARD François (1990), « Tuileries et briqueteries en Saône-et-Loire », *Annales de Bourgogne*, vol. 62, p. 25-42.
- ROBINET Jean-Baptiste (éd.) (1776-1777), *Supplément à l'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 4 tomes, Amsterdam, Rey.
- ROSEN Jean (1995), *La faïence en France du xiv^e au xix^e siècle. Histoire et Technique*, Paris, Errance.
- ROSEN Jean (2006), « Recherches de laboratoire concernant quelques ateliers bourguignons ayant produit des carreaux de pavement médiévaux », dans LUC BARAY (éd.), *Artisanats, sociétés et civilisations. Hommage à Jean-Paul Thevenot*, Dijon, Revue archéologique de l'Est, p. 649-657.
- SALVÉTAT Alphonse (1858), *Opinion sur la fabrication des briques creuses. Cour impériale de Paris, affaire Borie contre Chevalier, Boujue & Cie*, Paris, Renou et Maulde.
- SAVARY DES BRÛLONS Jacques (1723), *Dictionnaire universel de commerce, contenant tout ce qui concerne le commerce qui se fait dans les quatre parties du monde...*, 2 tomes, Paris, Jacques Estienne.
- TERRASSON DE FOUGÈRES François-Vital-Martin (1829), « Extrait d'un mémoire sur la fabrication mécanique des briques, tuiles et carreaux », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 28, n^o 302, p. 311-317.
- TERRASSON DE FOUGÈRES François-Vital-Martin (1831), *Mémoire descriptif d'un nouveau procédé pour fabriquer des briques, tuiles, etc. : invention qui a obtenu, dans son imperfection, la grande médaille d'or, en 1828, de la Société d'Encouragement, et, plus tard, un brevet de perfectionnement du gouvernement*, Lyon, Barret.
- TRUCHET Sébastien (1704), « Mémoire sur les combinaisons », *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, p. 363-373.

- VALLÉE Robert (1951-1952), « La cybernétique et la théorie de l'information », *Structure et Évolution des Techniques*, vol. 29-30, p. 5-7.
- VALLÉE Robert (1951), « Quelques thèmes initiaux de la cybernétique », *Structure et Évolution des Techniques*, vol. 27-28, p. 3-8.
- VON BERTALANFFY Ludwig (1968), *General System Theory. Foundations, Development, Applications*, New York, George Braziller.
- WAGNIEN F. (1866), *Grande tuilerie mécanique et perfectionnée de Bourgogne. Montchanin (Saône-et-Loire)*, Nevers, Paulin Fay.
- WHITE Kenneth (1996), « Perspectives ouvertes - biologie, sociologie, géopolitique », *Cahiers de géopoétique*, vol. 5.