Artefact

Techniques, histoire et sciences humaines

4 | 2016

L'Europe technicienne, XV^e-XVIII^e siècle

Le patrimoine technique de l'époque moderne, aperçu d'un monde en transition

Michel Cotte

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/artefact/528>

DOI : 10.4000/artefact.528

ISSN : 2606-9245

Éditeur :

Association Artefact. Techniques histoire et sciences humaines, Presses universitaires du Midi

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2016

Pagination : 371-383

ISBN : 978-2-7535-5174-9

ISSN : 2273-0753

Référence électronique

Michel Cotte, « Le patrimoine technique de l'époque moderne, aperçu d'un monde en transition », *Artefact* [En ligne], 4 | 2016, mis en ligne le 07 juillet 2017, consulté le 10 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/artefact/528> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/artefact.528>

Artefact, Techniques, histoire et sciences humaines est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Le patrimoine technique de l'époque moderne, aperçu d'un monde en transition

Michel COTTE¹

Entre la Renaissance italienne qui mobilisa ses « ingénieurs », à compter des XIV^e et XV^e siècles², et la « révolution industrielle » anglaise³, dans le dernier tiers du XVIII^e siècle, les mises en œuvre techniques réalisées par les entreprises civiles ou militaires fournissent des images matérielles assez précises des différentes sociétés européennes, pour autant qu'un patrimoine de ces réalisations subsiste. Ces grands événements sociotechniques bornent donc notre étude, mais la définition de limites chronologiques précises est plus difficile, car les phénomènes qui les illustrent sont nombreux et ont des temporalités propres; leur apparition varie d'une région à l'autre, suivant des modèles de diffusion en eux-mêmes complexes⁴. Dans le domaine de la technique, la fin de cette longue période est marquée par une série d'innovations de rupture qui conduiront à un changement radical de système sociotechnique; un mouvement initié dans les îles britanniques dans les années 1760-1770, et que l'on appelle volontiers la « révolution industrielle », mais dont les dates de démarrage ou « *take-off* » varient sensiblement suivant les pays et suivant les objets considérés, par exemple guère avant la fin de

l'Empire en France avec la fin du blocus continental⁵. Le patrimoine technique de l'époque moderne montre d'incontestables continuités, dont celle d'une histoire matérielle du temps long, telle que l'école des *Annales* l'a préconisée dès les années 1930⁶. Il montre également les changements intervenus par le rôle croissant de l'innovation technique et de la pensée scientifique. Celle-ci participe, notamment au contact de la mise en chantier, à la « réduction en art » du savoir-faire technique, c'est-à-dire la progression d'une pensée abstraite de la technique que l'on nommera plus tard « technologie⁷ ». À cette époque, l'extension de la connaissance de la nature conduit aussi à son exploitation de plus en plus systématique et à son contrôle au profit des hommes. Le patrimoine de cette époque illustre une forme d'apogée des pratiques artisanales, telles que les décrit l'*Encyclopédie* où les évolutions techniques sont encore pour l'essentiel de type incrémental par le perfectionnement et la rationalisation de l'existant. Toutefois, par le développement de la pensée mécanique et les progrès de l'expérimentation⁸, le caractère de beaucoup de ces activités tend à devenir « proto-industriel », si l'on veut bien étendre la

validité de ce terme initialement proposé pour décrire les modes de fabrication des textiles qui précèdent l'étape du machinisme productif et sa concentration en usine⁹. Les données monumentales, archéologiques ou paysagères qui nous occupent ici sont enfin à compléter et à mettre en perspective par l'information donnée par les archives et les études historiques qui en résultent, la documentation iconographique et, bien entendu, les collections de machines, d'outils et d'objets que l'on trouve dans les musées des techniques et les écomusées industriels. Cela constitue les limites de cette brève étude et en même temps ses articulations avec les champs associés qui la prolongent et la contextualisent.

Le patrimoine technique se situe à l'intersection de différentes problématiques tant technologiques que scientifiques, tant sociales et économiques que politiques. En premier lieu, il apporte la notion d'échelle des mises en œuvre techniques faites par l'homme dans sa relation à la nature ; échelle des moyens matériels et des processus d'intervention qu'il est capable de réunir pour parvenir à ses objectifs d'acquisition et de gestion des matières premières, de production d'objets matériels, de transport et de génie civil, ou encore de génie militaire. Cette échelle des sites conservés de l'organisation des productions et des territoires va de quelques centaines de mètres carrés à des dizaines d'hectares parfois, et à des dizaines de kilomètres linéaires pour les canaux. Les sites de patrimoine et d'archéologie, par nature des biens immobiliers, sont étroitement complémentaires des objets mobiliers qui les habitaient autrefois, et qui sont aujourd'hui dans les collections tech-

niques des musées dédiées aux produits, instruments, outils et machines alors naissantes. Par ailleurs, les processus techniques décrits par les croquis des ingénieurs et les planches des ouvrages imprimés, dont le raffinement constant est une caractéristique importante de l'époque moderne, se trouvent confrontés à l'archéologie des techniques en situation, à un patrimoine témoin de la réalité physique d'ensemble d'une activité du passé. Ensuite, le patrimoine évoque l'organisation sociale du travail et les enjeux de pouvoir qu'incarnent la maîtrise du monde matériel et sa captation progressive au profit des États modernes naissants comme des premières grandes dynasties négociantes et industrielles. Nous pensons par exemple aux Fugger en Allemagne et en Europe centrale et à leur contrôle monopolistique de l'extraction et du commerce des métaux non ferreux (fin xv^e-xvi^e siècles). Le projet technique de production ou de service est souvent l'incarnation d'un projet de pouvoir, pouvoir de l'argent, pouvoir des réseaux du négoce et pouvoir politique souvent mêlés. La mobilisation des hommes et des femmes pour la mise en œuvre pratique de tels objectifs matériels subit des évolutions essentielles au cours de cette période, mais complexes, se défaisant du servage pour se prêter au salariat tout en réinventant l'esclavage pour ses colonies, allant du contrôle technique et social étroit des corporations vers des formes évoluées de capitalisme marchand¹⁰. Les grands projets techniques sont également le reflet des représentations et des symboles des différents moments de cette période ainsi que des ambitions nouvelles du monde moderne. Certains projets appa-

raissent même comme des réalisations idéologiques, preuve incontestable que le pensable technique et l'imaginaire social et économique sont devenus une réalité, comme à Arc-et-Senans; nous y reviendrons. Enfin, les techniques et leur diffusion appartiennent très tôt à des « économies-mondes », cela dès avant l'époque moderne, mais celle-ci renforce considérablement les échanges en multipliant les nouvelles routes et les capacités de transport, grâce aux progrès de la navigation, aux découvertes maritimes et à l'intensification sans précédent du commerce international.

Le patrimoine technique a été considérablement transformé, et souvent à plusieurs reprises, par le renouvellement des techniques permis par la révolution industrielle initiée en Angleterre. Beaucoup de lieux pionniers de la technique et de l'industrie ont été totalement modifiés par les évolutions des ^{xix}e et ^{xx}e siècles, et la strate originelle a disparu ou elle est réduite à peu de choses. La confusion n'est pas rare entre des bâtiments, des constructions industrielles annoncées par les documents comme remontant au ^{xviii}e siècle par exemple, et des édifices plus récents

qui les remplacent, pour le moins les modifient de manière importante et irréversible¹¹. Nous essayons ici d'éviter au mieux cet écueil d'un patrimoine de dernière strate, souvent assez récente, ce qui est tout de même possible dans un certain nombre de cas; ensuite de choisir quelques exemples représentatifs de l'époque moderne, via notamment les reconnaissances patrimoniales effectuées dans le cadre de la Convention du patrimoine mondial de l'UNESCO¹²; enfin de ne pas se limiter à une approche purement française, d'échelle et de signification trop limitées, dans cette diffusion rapide et permanente des idées techniques qui s'instaure résolument à l'époque moderne. Arrêtons-nous sur quelques exemples marquants du patrimoine technique et industriel de cette période, à une échelle volontairement internationale. Ils illustrent un rapport au monde naturel qui s'ancre dans les nouvelles idées et les moyens techniques de la Renaissance, puis ils témoignent d'une forme d'apogée du système sociotechnique classique aux ^{xvii}e et ^{xviii}e siècles, enfin ils annoncent la révolution par l'industrie du monde occidental.

L'acquisition d'une matière première : la production du sel

La technique d'acquisition du sel (chlorure de sodium) par l'homme, à des fins de conservation de la nourriture et de condiment culinaire, remonte très certainement à la protohistoire, formant une étape de la progression de ses com-

pétences dans ces domaines¹³. Le sel se rencontre sous forme de dépôts naturels sur les bords de marais en bord de mer, de sources salines ou parfois d'un filon de sel gemme, c'est-à-dire du sel cristallisé au sein de couches géologiques.

Deux directions majeures d'amélioration de l'acquisition à partir des eaux salines ou saumures apparaissent à compter de l'Antiquité et parfois avant, pour parvenir au sel cristallisé : leur chauffage dans des récipients et l'évaporation organisée de plein air. La première technique s'installe durablement dans les régions continentales disposant de sources salines et riches en bois de chauffe ; la seconde plutôt en bord de mer, mais pas uniquement. Là où existent de tels gisements, l'extraction en galeries des filons de sel gemme forme la troisième voie de développement des productions. Le sel constitue une matière vitale pour l'alimentation dans la durée des populations, qui se traduit par un usage permanent et généralisé. Sa production est difficile et elle reste localisée aux zones maritimes favorables et à quelques régions intérieures privilégiées, comme le Jura en France ; de nombreuses régions fortement peuplées n'en disposent pas dans leur environnement, impliquant un commerce saunier à longue distance. Le sel est donc un produit stratégique. Le contrôle de l'exploitation du sel comme son transport et sa commercialisation deviennent un enjeu majeur de puissance économique et politique à la fin du Moyen Âge et à l'époque moderne en Europe¹⁴. Les princes, le roi lui-même en établissent alors le contrôle puis le monopole, tant au niveau de l'exploitation que de son transport et de sa distribution. L'impôt de la gabelle du sel est bien connu, étroitement associé à l'histoire du pouvoir royal et à la constitution de l'État moderne en France¹⁵. Des situations similaires se retrouvent dans toute l'Europe et dans d'autres civilisations, comme dans la Chine impériale pour son

transport et son commerce par le Grand Canal¹⁶, via le régime du *Caoyun*¹⁷.

De leur côté, les techniques de production n'évoluent que très lentement et c'est surtout l'extension des zones d'exploitation, avec les aménagements hydrauliques associés, qui accompagne la montée des besoins à l'époque moderne et jusqu'au XIX^e siècle. Si la période révolutionnaire, en France, abolit la gabelle comme un privilège d'Ancien régime, rendant au sel un statut de simple matière première, la véritable rupture technique interviendra avec le chemin de fer qui rapproche producteurs et consommateurs, provoquant un effondrement des prix. Les installations saunières témoignent généralement de la longue durée historique de l'extraction de ce produit, quel qu'en soit le mode technique d'acquisition : mine de sel gemme, évaporation naturelle ou évaporation par chauffage. Comme les procédés n'ont guère changé au long des siècles, sur un plan technique, ils traversent en quelque sorte l'époque moderne, où les exploitations atteignent des dimensions importantes. Ces témoignages illustrent une forme de permanence tant de la ressource que des conditions naturelles de son exploitation, et ils n'ont été que peu affectés par les techniques des XIX^e et XX^e siècles, offrant ainsi des témoignages antérieurs à la révolution industrielle précieux¹⁸.

La permanence de l'exploitation du sel de mer peut par exemple, en France, être donnée par les marais salants de Guérande (Loire Atlantique), dont l'origine remonte à la période gallo-romaine (**illustration 34, cahier couleur**). L'époque moderne est marquée par l'extension régulière du marais, accompagnée de la construction de digues et

d'aménagements hydrauliques, jusqu'au XVIII^e siècle¹⁹. Par ailleurs, la source saline continentale française la plus fameuse est à Salins-les-Bains (Jura), où subsistent des vestiges importants de puits d'exploitation, de bâtiments et de dispositifs techniques d'évaporation par chauffage. Elle fut exploitée sans doute dès la préhistoire, et de manière certaine et continue à compter des XIII^e-XIV^e siècles²⁰. L'histoire du site exprime bien les mutations techniques et sociales intervenues au XVIII^e siècle. L'extension des besoins en sel et la déforestation croissante compromettent l'avenir de la source de Salins, suggérant une délocalisation de la chauffe de la saumure en direction de la forêt de Chaux. Ce sera le vaste projet de la saline royale d'Arc-et-Senans, cité industrielle idéale réalisée en partie par l'architecte visionnaire Claude Nicolas Ledoux, entre 1776 et 1779. Il en reste aujourd'hui de magnifiques témoignages architecturaux et d'urbanisme industriel, à peu près intacts, tout en sachant que les innovations techniques associées ont aujourd'hui disparu, comme l'immense bâtiment intermédiaire des gradations²¹, destiné à augmenter la teneur en sel de la saumure, ou le saumoduc, longue conduite en bois de 21 kilomètres pour acheminer la saumure (**illustration 35, cahier couleur**).

Citons d'autres témoignages du développement séculaire de l'exploitation du sel en Europe, qui ont une histoire similaire au cours de l'époque moderne : appropriation par les princes, extension des exploitations et des productions, relative stabilité des techniques de productions qui bénéficient d'améliorations incrémentales, ou encore l'organisation sociale très contrôlée de l'exploitation

et le monopole du commerce avec une fonction d'imposition des populations. L'extraction du sel gemme est bien illustrée par les Mines royales de sel de Wieliczka et Bochnia, en Pologne²², en usage continu depuis le Moyen Âge jusqu'à la seconde moitié du XX^e siècle. Nous pouvons aussi indiquer un exemple particulièrement spectaculaire d'évaporation naturelle par le vent et le soleil de saumures issues de sources en altitude. Elles s'écoulent sur des terrasses successives dans une vallée intérieure du Pays basque espagnol : le Val Salado²³. Ce site de production privé, longtemps sous contrôle princier, connut un apogée d'exploitation de l'époque moderne au milieu du XIX^e siècle, sans changement technique majeur. Ensuite, soumis à la rude concurrence des nouveaux marais salants et du transport ferroviaire, il fut victime d'un lent déclin puis d'un quasi-abandon. Le patrimoine actuel est une restitution volontariste sur une portion du site ancien, avec le respect des techniques traditionnelles.

Le patrimoine des mines à l'époque moderne

Un autre domaine d'acquisition de matières premières peut être évoqué, avec des similitudes notables dans le rapport de l'homme à son environnement et par la production de témoignages patrimoniaux de grande ampleur : les activités minières. Les sites et les paysages miniers ont déjà bien été mis en avant, notamment par la liste du patrimoine mondial ; mais la grande différence est que la période industrielle les a beaucoup plus touchés que les sites salins, car l'énergie du charbon et les métaux sont au cœur du processus de la révolution industrielle, dont seule la phase pionnière anglaise peut raisonnablement être associée à la fin de l'époque moderne européenne. Par exemple, le paysage industriel de Blaenavon²⁴ illustre pour partie la naissance des activités minières charbonnières à but industriel, au Pays de Galles à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, apportant l'un des représentants les plus sûrs de cette transition. Les autres sites reconnus par l'UNESCO témoignent surtout de l'apogée et plus encore la fin de l'industrie lourde en Europe, de la fin du XIX^e siècle au milieu du XX^e siècle²⁵. Sinon, il faut soit des situations minières très exceptionnelles soit sortir de l'histoire européenne pour observer l'état des techniques antérieures à la révolution industrielle dans ce domaine. C'est par exemple, en grande partie, le cas du massif du Harz en Allemagne. Ce site de collines était fort bien pourvu en énergie hydraulique, par des aménagements remarquables réalisés du Moyen Âge aux XVII^e et XVIII^e siècles. Le Harz fut longtemps l'un des pionniers européens de l'extraction

des métaux non ferreux avec la région voisine des Monts métallifères²⁶, lieux de prédilection des observations d'Agricola pour la rédaction de son célèbre traité *De re metallica*, l'encyclopédie minière de la Renaissance²⁷. La qualité de l'équipement hydraulique du massif du Harz, tant pour son drainage que son réseau de stockage et ses dispositifs d'utilisation de l'énergie, lui permit de retarder l'introduction de la vapeur et de considérer celle-ci comme un appoint et non comme un substitut. Cela conserva une part significative du patrimoine technique, mais reste exceptionnel. Son système hydraulique est toujours en usage, surtout pour la gestion des eaux, et les témoignages des paysages et des souterrains illustrent bien les périodes antérieures à la révolution industrielle, tout en montrant l'ampleur atteinte par ces réalisations qui n'ont pas fait appel au machinisme.

Un autre exemple peut être évoqué hors d'Europe, au Japon, avec les mines d'or de la petite île de Sado. Le site est ancien et complexe, comprenant une succession de périodes d'exploitation et de systèmes sociotechniques différents. Il comprend une part importante d'exploitation industrielle contemporaine, c'est-à-dire développée après l'instauration de l'ère Meiji (1868) ; mais des éléments notables d'exploitations minières plus anciennes ont été conservés, notamment de la période du Shogunat d'Edo (1603-1868). Bien entendu, il est excessif d'assimiler sans précaution cette période de l'histoire japonaise à l'époque moderne européenne, mais elle représente bien, comme elle, une phase bien caractéris-

tique des techniques antérieures à la révolution industrielle, avec des témoignages de transfert technique comme l'usage de la vis d'Archimède pour l'exhaure de l'eau. Mais ce qui nous intéresse le plus ici est le système d'administration de la mine et de contrôle de la production de l'or, directement par le pouvoir du shogun. Cette situation exprime une

forte similitude avec la production du sel en Europe à ce moment-là, mais avec une présence physique de l'administration centrale sur le site très marquée et une conception intégrée de l'activité minière, allant de l'extraction à la préparation du minerai, de la fonte du métal précieux à la frappe de monnaie.

L'hydraulique et les canaux

Si les techniques hydrauliques existent à une échelle parfois notable durant le Moyen Âge européen, les plus importantes mises en œuvre concernent généralement le drainage de zones humides précises²⁸. De manière plus large, on rencontre fréquemment des aménagements hydrauliques sous forme de biefs locaux ou urbains pour les moulins et l'artisanat²⁹. Une très grande continuité des pratiques techniques existe à nouveau avec l'époque moderne, qui systématise le drainage et améliore le pompage des eaux, et qui amplifie l'usage de l'énergie hydraulique à des fins productives. Dans le domaine du drainage à grande échelle, une région se distingue particulièrement : la Hollande, devenant le chef de file durable du savoir-faire des techniques hydrauliques en Europe. Cette zone maritime basse comprend d'importants deltas fluviaux au contact de la mer du Nord. Elle se distingue par l'établissement de polders à partir de la fin du Moyen Âge, qui deviennent aux xvi^e et xvii^e siècles un trait marquant de l'aménagement et de l'extension du territoire de la Hollande. Des terres sont alors durablement conquises sur l'eau, par une

gestion hydraulique quotidienne stricte, à partir d'infrastructures de plus en plus vastes gérées par les « districts de l'eau », l'une des racines un peu méconnue des pratiques démocratiques de l'Europe moderne. Plusieurs biens néerlandais inscrits au Patrimoine mondial illustrent ce savoir-faire exceptionnel, constituant autant de témoignages importants : Schokland et ses environs, les moulins de Kinderdijk-Elshout, le polder de Beemster et la zone urbaine des canaux du Singelgracht à Amsterdam³⁰. Ce sont autant d'illustrations de cette période, indiquant la maîtrise progressive d'un territoire et l'innovation technique qui la sous-tend, comme la série des grands moulins à vent de pompage des eaux de Kinderdijk (xvii^e-xviii^e siècles) accompagnés par un système de digues, de biefs et de vannes pour le contrôle des eaux. Ces biens illustrent tant l'aménagement urbain très remarquable d'Amsterdam tout au long du xvii^e siècle, à partir de voies d'eau artificielles, que l'échec de l'homme devant la nature pour le village de Schokland, finalement abandonné en 1859 suite à la montée des eaux. Ils ont été justement reconnus par l'UNESCO

comme autant de sites de « valeur universelle exceptionnelle » pour l'humanité³¹. Dès la Renaissance, un dynamisme incontestable se manifeste dans ces domaines, provenant bien entendu du savoir-faire issu des périodes précédentes, mais aussi de l'assimilation de l'héritage arabo-musulman de la gestion de l'eau, notamment en Espagne, et du mouvement propre d'innovation représenté par les ingénieurs italiens des xv^e et xvi^e siècles³².

Ce dynamisme des techniques hydrauliques se traduit en particulier par l'idée de compléter les réseaux fluviaux de navigation, qui n'ont jamais cessé d'être utilisés, par des canaux de jonction afin de réaliser des réseaux plus complets, plus efficaces en termes de navigation et d'interconnexions sans rupture de charge. Des projets voient le jour, notamment dans le Milanais aux xv^e et xvi^e siècles, et la porte busquée permet la mise au point définitive de l'écluse – sas à deux portes, indispensable à la navigation moderne³³. Dans le Bassin parisien, le projet très novateur du Canal de Briare, qui relie le bassin de la Seine à celui de la Loire, est achevé en 1642. Dans le dernier tiers du xvii^e siècle, la conception puis la mise en chantier du Canal du Midi correspond à une période de synthèse des compétences multiples apparues dans l'hydraulique et la construction des canaux. Pierre-Paul Riquet, ses assistants et successeurs, conçoivent tout d'abord un vaste système de collecte et de stockage des eaux de la Montagne Noire (rigole de la montagne, barrage de Saint-Ferréol, percée des Cammazes) puis d'alimentation du canal (rigole de la plaine) à son bief de partage, c'est-à-dire le point le plus élevé

du tracé du canal de navigation (seuil de Naurouze). Le canal de transport, d'environ 180 km de long pour une largeur moyenne de 20 mètres, nécessite des travaux très importants et une organisation remarquable des chantiers successifs. De nombreuses réalisations techniques retiennent l'attention : les ponts-canaux, de grands déversoirs pour les crues, les écluses multiples (Fonserannes, Saint-Roch à Castelnaudary), le tunnel du Malepas, etc.³⁴. Il s'agit très certainement du plus grand chantier de génie civil de l'époque moderne, que le mathématicien des Lumières Lalande qualifia de « merveille de l'Europe³⁵ ».

Le système hydraulique de l'aqueduc de Padre-Tembleque a été construit entre 1555 et 1572, dans une région sèche du plateau central du Mexique. Long de près de 50 km, il illustre une réalisation d'aménagement du territoire à l'époque coloniale espagnole, à des fins de développement agricole et d'implantation urbaine. Il a été réalisé grâce à une synthèse originale de savoir-faire européens, arabo-andalous et autochtones, dans les techniques hydrauliques et la gestion de l'eau à grande échelle. Il comprend en particulier un remarquable aqueduc fait d'élégantes arches maçonnées³⁶.

Les ponts et l'histoire des matériaux de construction

La construction des ouvrages d'art et leurs améliorations techniques forment un sujet particulièrement intéressant pour illustrer l'époque moderne, autant peut-être que l'architecture, si importante durant les ^{xiv}^e et ^{xv}^e siècles aux origines de la Renaissance en Italie. C'est un domaine qui annonce très tôt le renouveau des techniques de l'Occident, par comparaison à l'Antiquité romaine. Tout d'abord, depuis le ^{xi}^e siècle, la construction de ponts permanents en pierre, par imitation des réalisations romaines encore debout³⁷, est à l'ordre du jour, puis de manière plus autonome et plus innovante à la fin du Moyen Âge³⁸. Les ponts urbains sont alors de véritables lieux socioéconomiques très polyvalents, mêlant boutiques, pompes, moulins, constructions immobilières, etc., comme l'illustre encore aujourd'hui le Ponte Vecchio à Florence. Justement, dans cette ville emblématique de la Renaissance italienne et à côté de lui, un autre ouvrage affiche les valeurs nouvelles de la Renaissance, tant architecturales qu'esthétiques : le pont de la Trinité (fin ^{xvi}^e siècle). Avec ses trois arches fines surbaissées et son absence totale d'autre fonction que la voie de passage, c'est une réalisation remarquablement aboutie³⁹, image forte de la maturité d'une époque, non loin du célèbre dôme de la cathédrale dû à Brunelleschi (1436), qui lui symbolise ses débuts. En la matière, l'héritage italien est double et on le retrouve très bien en France. Il s'agit tout d'abord, au sein du mouvement général de la diffusion des valeurs de la Renaissance, des « ponts neufs », à

la fin du ^{xvi}^e siècle et au début du suivant, avec ceux bien connus de Paris, de Toulouse ou de Châtellerault (**illustration 36, cahier couleur**). Comme le pont de la Trinité, ils offrent un passage large et dégagé de tout obstacle, complété de magnifiques perspectives sur le fleuve et ses rives urbanisées dont on redécouvre la valeur paysagère. La seconde part est le souci de l'amélioration technique par le surbaissement des arcs de pierre et l'affinement des piles, qui connaîtront un apogée remarquable en France au ^{xviii}^e siècle. Le promoteur de ce programme est l'ingénieur Perronnet, également à l'origine de l'École des ponts et chaussées (1747)⁴⁰. Divers ouvrages d'art réalisés au ^{xviii}^e siècle par cette école de pensée technique demeurent en France, dont celui de la Concorde, au cœur de Paris. Les caractéristiques techniques parfaitement maîtrisées de ces ouvrages, jointes à la qualité de la construction et à un remarquable sens esthétique de l'édifice dans son environnement, forment l'une des plus belles signatures patrimoniales de l'époque moderne.

Si la pierre, avec toute sa noblesse, est un matériau essentiel au geste technique de construction des ouvrages d'arts majeurs en France et en Europe, jusqu'à la fin du ^{xviii}^e siècle et au début du suivant⁴¹, c'est aussi un matériau cher à mettre en œuvre et qui n'est pas sans difficultés intrinsèques⁴². Pour les grands ponts, les chantiers sont donc longs et onéreux et les moyens financiers des princes ou du roi se concentrent sur des ouvrages emblématiques, notamment

pour les capitales et les grandes villes. S'il est moins difficile d'équiper le franchissement des petites rivières, notamment au XVIII^e siècle en France, très actif dans le domaine, l'établissement d'un réseau routier suffisamment dense bute sur de nombreuses difficultés. D'autres types de franchissement des rivières existent donc, comme les bacs à traile ou les ponts de bois parfois établis sur des piles maçonnées. Les derniers ponts de bois de l'époque moderne ont disparu depuis longtemps en France, mais nous trouvons un excellent exemple de ce type de technique préindustrielle à Iwakuni, au Japon, avec le Kintai Kyo (1673)⁴³. Cet ouvrage illustre un savoir-faire très élaboré de l'usage du bois dans la construction d'arches, qui sont sans conteste différentes de l'arche de bois européenne à la même époque, beaucoup plus sommaire. Dans le Japon du XVII^e siècle et jusqu'à aujourd'hui, le bois est un matériau de construction noble. Son usage technique et architectural au Kintai Kyo est très élaboré, et l'ouvrage d'art en bois est l'objet de recherches poussées, notamment pour un surbaissement des arches tout en maintenant des ouvertures importantes (plus de 30 mètres chacune pour les trois arches centrales du Kintai Kyo), exactement comme en Europe à la même période pour l'arche de pierre.

À la fin du XVIII^e siècle, un matériau nouveau de construction viendra d'Angleterre, avec la fonte au coke puis son dérivé le fer puddlé. Bien entendu, la fonte de fer est connue de longue date, mais les Britanniques apportent une nouvelle manière de la produire par l'usage du coke dans le haut-fourneau, ce qui permet une production de bonne qualité et en grande quantité,

ouvrant la possibilité de son usage dans la construction. C'est la dynastie pionnière des maîtres de forge des Darby qui mit au point le procédé de la fonte au coke, après de nombreuses tentatives et améliorations successives tout au long du XVIII^e siècle, dans leur usine sidérurgique de Coalbrookdale⁴⁴. Envisagé puis conçu dès 1775 pour enjamber la Severn à proximité de leur site industriel, Iron Bridge fut achevée en 1779, soutenu par la première grande arche en fonte symboliquement de « 100 pieds ». Elle est formée de pièces moulées et assemblées, suivant une architecture générale qui pour l'instant reproduit le modèle du bois, mais en beaucoup plus fin. C'est une preuve éclatante tant des possibilités du nouveau matériau que de la capacité de la firme des Darby à le produire en quantité, des arguments commerciaux typiques du monde libéral promu par les Lumières en Angleterre. On peut dire qu'Iron Bridge marque symboliquement la fin de l'époque moderne en Angleterre, affirmant le succès de ses recherches techniques inédites et ouvrant la voie à la révolution industrielle dans les îles britanniques puis en Europe. D'une manière complémentaire, le pont des Arts à Paris, achevé en 1804, symbolise du moins pour les Français une entrée dans l'ère industrielle⁴⁵.

Nous venons de parcourir rapidement quelques grands exemples de patrimoine technique de l'époque moderne. Ceux-ci sont insuffisants pour témoigner de toute la richesse de cette période. Ils sont essentiellement destinés à donner quelques repères, des pistes d'observation et de compréhension en complément des connaissances historiques classiques. Leur force, et la raison du choix, est

qu'ils sont des exemples généralement intègres, c'est-à-dire assez complets et compréhensibles dans leur fonction technique par le visiteur, et ensuite suffisamment authentiques, c'est-à-dire peu ou pas compliqués par des reprises ou des ajouts plus tardifs.

Bien d'autres grands domaines techniques pourraient être présentés. Pour répondre assez simplement aux critères d'intégrité et d'authenticité des patrimoines, également aux notions d'échelle des mises en œuvre, nous avons privilégié les techniques d'acquisition et les infrastructures. On pourrait aussi évoquer les activités de production d'objets finis ou de produits intermédiaires, comme les peaux, les colorants ou les fils textiles. En effet, ces activités se développent remarquablement tout au long de l'époque moderne; elles se diversifient et s'intensifient dans des proportions considérables. De nombreux témoignages existent, par exemple d'anciens moulins, mus généralement par la force hydraulique, et destinés au traitement des grains, bien entendu, mais aussi les moulins à papier, pour la tannerie, la poudre, etc. Le mot en anglais « *mill* » a donné un terme générique pour désigner un lieu de production, en français celui de moulinage pour la préparation du fil textile, de soie notamment. Ce sont bien entendu des patrimoines techniques à part entière, et leur regroupement dans certaines vallées donne parfois de véritables paysages industriels, témoins d'une industrie de production antérieure à la « révolution » du même nom. Il en va de même des manufactures qui regroupent les forces de travail et les compétences complémentaires, et qui prennent leur essor notamment au

xviii^e siècle, parfois avant. Il peut s'agir de constructions relativement banales, d'ateliers artisanaux peu commodes à dater, mais certaines sont vastes et parfois même somptueuses, comme nous l'avons vu pour Arc-et-Senans. Nous avons également vu, dans ce dernier cas, la faiblesse intrinsèque de ces patrimoines, en tant que patrimoine technique, et qui est quasiment récurrente : c'est l'absence des témoignages techniques directs de la période moderne. Une confusion apparaît parfois à ce niveau, entre le patrimoine technique et industriel et le patrimoine de son architecture, ce qui n'est pas exactement la même chose, un peu comme la distinction entre le contenant et son contenu... Bien entendu, des restitutions justifiées, des maquettes numériques sérieusement documentées, des bases de données archivistiques et les études historiques peuvent combler ces lacunes.

Un autre élément de conclusion est là : l'importance d'une approche croisée avec les domaines associés de l'histoire, de l'archéologie, par l'étude indispensable d'autres sources, notamment les archives et l'iconographie, les plans et croquis techniques, enfin par les collections d'objets, d'outils et de machines rassemblées dans les musées. L'approche documentée et contextualisée du patrimoine est essentielle; inversement, une approche d'histoire des techniques totalement privée de son patrimoine est sans doute incomplète, pour le moins désincarnée.

Notes

1. Professeur émérite d'histoire des techniques, université de Nantes.

2. Bertrand GILLE, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann, 1964.

3. La bibliographie de cette question est très importante, comme ouvrage d'introduction : David S. LANDES, *L'Europe technicienne ou le Prométhée libéré*, Paris, NRF Gallimard, 1975 (1969).

4. Michel COTTE, *De l'espionnage industriel à la veille technologique, essai sur la circulation des idées techniques durant la révolution industrielle*, Belfort-Besançon, UTBM-Presses universitaires de Franche-Comté, 2005.

5. À nouveau un très vaste domaine, voir par exemple : Serge CHASSAGNE, *Le coton et ses patrons, France, 1760-1840*, Paris, Éditions de l'EHESS, 1991 ; Denis WORONOFF, *Histoire industrielle de la France, du xvi^e siècle à nos jours*, Paris, Le Seuil, 1994.

6. Lucien FEBVRE et Marc BLOCH, « Les techniques, l'histoire et la vie », *Annales d'histoire économique et sociale*, n° 36, novembre 1935.

7. Hélène VÉRIN, *La gloire des ingénieurs, l'intelligence technique du xvi^e au xviii^e siècle*, Albin Michel, Paris, 1993 ; Pascal DUBOURG-GLATIGNY et Hélène VÉRIN (dir.), *Rédire en art, la technologie de la Renaissance aux Lumières*, Paris, Éditions de la MSH, 2008.

8. Liliane HILAIRE-PEREZ, *L'invention technique au siècle des Lumières*, Paris, Albin Michel, 2000.

9. Franklin MENDELS, « Proto-industrialization, the First Phase of the Industrial Process », *Journal of Economic History*, 1972, vol. 32, p. 241-261.

10. Fernand BRAUDEL, *Civilisation matérielle, économie et capitalisme (xv^e-xviii^e siècle)*, 3 vol., Paris, Armand Colin, 1979.

11. Voir par exemple la revue *L'Archéologie industrielle en France*, éditée par le CILAC, devenue en décembre 2014 : *Patrimoine industriel, archéologie, technique, mémoire*, toujours éditée par le CILAC, l'association de référence en France pour le patrimoine industriel.

12. La documentation sur tous les biens inscrits sur la Liste du Patrimoine mondial est consultable sur le site du Centre du patrimoine mondial [<http://whc.unesco.org/fr/list/>], consulté le 26 juin 2016.

13. Jean-Claude HOCQUET, *Hommes et paysages du sel, une aventure millénaire*, Arles, Actes Sud 2001 ; Denis MORIN, *Sel, eau et forêt d'hier à aujourd'hui*, Besançon, PU Franche-Comté, 2008.

14. Jean-Claude HOCQUET, *Le sel et le pouvoir. De l'an mil à la Révolution française*, Paris, Albin Michel, 1985, rééd. 2012.

15. Bernard BARBICHE, *Les institutions de la monarchie française à l'époque moderne (xvi^e-xviii^e siècle)*, Paris, 2012.

16. *Le Grand Canal*, Dossier de candidature du au Patrimoine mondial, inscrit en 2012.

17. Le régime du *Caoyun* est le contrôle par l'administration impériale du transport et du négoce du riz notamment par la voie d'eau. Établi dès la dynastie Qin (221-206 av. J.-C.), il est étendu au sel et au fer le long du Grand Canal lors des dynasties Sui (589-618) et Tang (618-907) ; la prospérité d'une ville comme Yangzhou (province actuelle du Jiangsu), où séjourna Marco Polo, est venue en grande partie du commerce du sel.

18. Ce point mériterait d'importantes nuances suivant les sites, avec par exemple les grands marais salants industriels du xix^e siècle, comme sur les bords de la Méditerranée en France, ou l'approfondissement des mines de sel comme en Pologne par l'exploitation de filons profonds.

19. La surface actuelle du marais salant de Guérande et Batz-sur-Mer est d'un peu plus de 2000 hectares.

20. La « grande saline » de Salins-les-Bains a été inscrite au Patrimoine mondial de l'UNESCO en 2009, en tant qu'extension de la Saline royale d'Arc-et-Senans, inscrite elle en 1982.

21. Cette construction technique en bois avait près de 500 mètres de long et sept mètres de haut, elle permettait un ruissellement aéré de la saumure qui renforçait son degré de salinité, ou « grade », économisant ainsi le bois de chauffe.

22. Bien inscrit au Patrimoine mondial en 1978.

23. Ce bien proposé au Patrimoine mondial en 2012 n'a pour l'instant pas été inscrit en raison de son manque d'intégrité et d'authenticité, c'est-à-dire son caractère partiel et reconstruit.

24. Inscrit en 2000 sur la Liste du Patrimoine mondial.

25. Par exemple le Bassin minier du Nord-Pas-de-Calais en France ou les sites miniers wallons en Belgique, inscrits tous deux au Patrimoine mondial en 2012.

26. Aujourd'hui partagés entre l'Allemagne et la République Tchèque.

27. Première édition en 1556 à Bâle, un an après la mort de l'auteur, nombreuses rééditions et traductions.

28. On peut citer en France l'étang de Montady, à proximité de Béziers, ou les débuts de l'aménagement du marais poitevin par le creusement de canaux.

29. André GUILLERME, *Les temps de l'eau*, Seyssel, Champ Vallon, 1983.

30. Ces biens ont été respectivement inscrits sur la Liste du patrimoine mondial en 1995, 1997, 1999 et 2010.

31. Il s'agit de la terminologie officielle de l'UNESCO pour l'inscription d'un bien sur la Liste du Patrimoine mondial.

32. B. GILLE, *Les ingénieurs*, op. cit.

33. Le dessin connu le plus ancien d'une telle porte est dû à Léonard de Vinci, à qui l'on attribue généralement cette invention, mais il pourrait s'agir du croquis d'une réalisation existante. C'est toutefois une idée propre à la Renaissance européenne car elle n'existe pas en Chine à cette époque. Ces derniers utilisent des plans d'eau inclinés contrôlés avec un système de halage par treuils.

34. Une partie de ces travaux a été parachevée après la mort de Riquet (1680) et une première ouverture commerciale du canal (1683) réalisée par ses successeurs, dont Vauban.

35. Michel COTTE, *Le Canal du Midi « Merveille de l'Europe »*, Paris, Belin, 2003; ce bien a été inscrit sur la Liste du Patrimoine mondial en 1996.

36. Ce bien a été inscrit sur la liste du Patrimoine mondial en 2015.

37. L'équipement de l'Empire romain en ouvrages d'art permanents en pierre fut tout à fait exceptionnel, par la maîtrise remarquable de la voûte de pierre en plein cintre comme au Pont

du Gard. Plusieurs ouvrages romains demeurent encore en service à l'époque moderne, comme le pont de Vienne sur le Rhône.

38. Jean MESQUI, *Le pont en France avant le temps des ingénieurs*, Paris, Picard 1986.

39. Fritz LEONHARDT, *Ponts : l'esthétique des ponts*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1996.

40. Antoine PICON, *L'invention de l'ingénieur moderne*, Paris, Presses de l'ENPC, 1992.

41. Le dernier grand pont de pierre classique en France est celui de Bordeaux, commencé sous l'Empire et achevé sous la Restauration.

42. La pierre de taille bien choisie a un excellent comportement en compression, mais elle s'avère assez médiocre pour résister aux autres types d'efforts mécaniques comme le cisaillement ou l'extension.

43. [<http://www.japantimes.co.jp/life/2014/08/30/travel/kintaikyo-bridge-reincarnated-troubled-waters/>], consulté le 26 juin 2016.

44. Arthur RAISTRICK, *Dynasty of Iron Founders*, Coalbrookdale, Iron Gorge Museum Trust, 1989.

45. Le pont actuel est une reconstruction (1984) se voulant respectueuse des techniques d'origine, mais le nombre d'arches a été réduit à sept pour faciliter la navigation.