

**Zeitschrift:** Traverse : Zeitschrift für Geschichte = Revue d'histoire  
**Herausgeber:** [s.n.]  
**Band:** 17 (2010)  
**Heft:** 3: Transferts de technologie = Technologietransfer

**Artikel:** La diffusion des techniques pendant la "révolution industrielle" : les comportements de veille et le rôle des échanges internationaux  
**Autor:** Cotte, Michel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306578>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

# La diffusion des techniques pendant la «révolution industrielle»

Les comportements de veille et le rôle des échanges internationaux

Michel Cotte

## Introduction: la diffusion des techniques et le poids des mots

Le but de cet article est de proposer une typologie des pratiques de la veille technologique naissante, comme une série identifiable de comportements souvent complémentaires les uns des autres. Nous entendons l'observer au moment de sa première structuration véritable, lorsque se manifeste une diffusion internationale de l'industrialisation depuis la Grande-Bretagne vers le Continent européen, soit et principalement à partir du retour à la paix en Europe, après la période des Guerres napoléoniennes. Cela ne nous interdit pas de notables incursions en amont ou en aval, notamment dans une fin de 18<sup>e</sup> siècle qui marque le véritable décollage industriel de l'Angleterre, tout comme l'effervescence intellectuelle des Lumières qui s'intéressa de près aux «arts et métiers», mais on l'oublie parfois. Une telle approche sous-tend, du moins en première analyse, un modèle de diffusion depuis un centre britannique vers des périphéries européennes et américaines, durant la première industrialisation.<sup>1</sup>

Nous prenons comme point de départ les relations et les circulations techniques entre l'Angleterre et la France, duo auquel se mêle rapidement, en raison des sujets que nous avons étudiés, les jeunes Etats-Unis d'alors. Cette recherche a commencé par une analyse des premiers succès obtenus dans le domaine des transports en France: les ponts suspendus, les bateaux à vapeur et l'adoption du chemin de fer à traction locomotive, notamment à partir des entreprises de Marc Seguin et de ses frères.<sup>2</sup> Ce travail a pu s'étendre par la suite à d'autres branches d'activités et à d'autres zones géographiques, montrant notamment le rôle des frontières culturelles et politiques en temps de paix.

L'intérêt de la période des origines de l'industrie est de montrer la mise en place des pratiques comme des représentations liées à la notion de transfert de technologies, et dont «l'espion en industrie» forme une figure précoce et populaire de la diffusion des idées techniques. Le terme naît en Angleterre, à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, notamment dans le milieu des entrepreneurs conservateurs de

Birmingham.<sup>3</sup> Le terme d'espion en industrie tend alors à définir une série de comportements internationaux risquant de remettre en cause, à plus ou moins long terme, la suprématie des entrepreneurs britanniques sur ceux du Continent, par la recherche délibérée d'information, de compétences professionnelles et l'achat de machines. Cette figure à connotation négative du transfert de technologie a été popularisée dans l'historiographie contemporaine, notamment à la suite des études, par ailleurs excellentes et très bien documentées, de John Harris.<sup>4</sup> Nous nous situons dans un prolongement critique de ces travaux fondateurs, visant à connaître les comportements, à mieux les définir et, peut-être, à en relire les significations et la portée.

Les études de cas rendues possibles par les archives d'entreprises apportent un éclairage qui relativise très vite les situations véritablement qualifiables d'espionnage.<sup>5</sup> Un tel acte, *a priori* délictueux, est à replacer dans le cadre beaucoup plus large de la circulation des idées techniques, comme phénomène général au sein d'une culture professionnelle et à une époque donnée. L'espion apparaît alors plutôt comme une figure limite, au sein d'un ensemble de comportements sociaux en rapide structuration durant la première moitié du 19<sup>e</sup> siècle, en Europe et aux Etats-Unis. Nous présentons ces comportements diversifiés comme la naissance et l'organisation de ce que l'on appellera, bien plus tard, «la veille technologique» des entreprises.<sup>6</sup> Le mot est un anachronisme, bien entendu, mais il est utile à la compréhension des faits; il est neutre et il dépasse le vocabulaire d'«espionnage», trop connoté moralement dans son usage historique comme dans ses significations présentes.

### **Les premiers constats: un ensemble corrélé de facteurs**

Dans cette étude, nous prenons comme période privilégiée ce qu'il est convenu d'appeler la révolution industrielle en Europe, même si ce qualificatif est parfois critiqué car il négligerait d'importants aspects de continuités, notamment sociales, au profit d'une vision privilégiant les ruptures techniques. On lui préfère alors le terme de première industrialisation. Rappelons que le phénomène de l'industrie est marqué par la mécanisation progressive, plus ou moins rapide suivant les domaines, de la production des objets matériels. La question devient alors, pour l'entreprise, sa capacité à acquérir les outils de fabrication, les machines outils, mais aussi la maîtrise des savoir-faire nécessaires au processus productif. Au-delà et afin de stabiliser les acquis effectués, il est nécessaire de pouvoir renouveler la conception, tant de l'objet lui-même que des moyens de sa fabrication mécanisée. L'objectif est une production quantitative à bas coût de revient. Le phénomène prend ses racines en Angleterre, dans les années



1760–1780, pour se diffuser vers le Continent européen, la France notamment, puis vers l'Amérique du Nord au début du 19<sup>e</sup> siècle.

Il faut toutefois noter, et c'est important en termes de culture technique en Europe, que l'exemple anglais n'est pas du tout isolé, ni même le premier à vouloir automatiser la production de matières semi-finies ou à rechercher la fabrication standardisée de pièces. Par exemple, dans le système technique de l'horlogerie, à la même époque de la fin du 18<sup>e</sup> siècle, dans le Jura suisse et français, une filière de tentative de mécanisation de la production des pièces a été clairement mise en évidence. Vers 1770, Frédéric Japy, jeune apprenti originaire du Pays de Montbéliard, est formé à l'esprit d'une mécanisation possible de la production des pièces d'horlogerie par le maître artisan A.-L. Perrelet, au Locle, puis par l'un des pionniers de ces questions en Suisse, Janneret-Gris. Il rentre alors en France où, loin des tracasseries corporatives, il peut installer et développer à Beaucourt (Territoire de Belfort) une manufacture en partie mécanisée. Pierre Lamard nous dit qu'elle révolutionna la production horlogère à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, par l'usage pionnier de petites machines outils manuelles et la production mécanisée de pièces en séries.<sup>7</sup> A la même époque, les tentatives de standardisation de la production du fusil Gribeauval en France peuvent aussi être citées.<sup>8</sup> Plus tôt encore, mentionnons l'Italie et l'héritage des ingénieurs de la Renaissance, et pensons, par exemple, au fameux arsenal de Venise, mais plus encore – pour le véritable complexe industriel de la production mécanisée du fil de soie – à Bologne dès le 17<sup>e</sup> siècle, reposant sur l'usage de l'énergie hydraulique et la machine automatique à organsiner.<sup>9</sup> En Allemagne, on peut aussi faire référence au machinisme minier hydraulique pour l'exhaure en profondeur des gisements du Harz, dès la Renaissance,<sup>10</sup> aux Pays-Bas, aux techniques de pompage des eaux des polders par les moulins à vent,<sup>11</sup> *et caetera*. On qualifie souvent de «proto-industrielles» les formes sociales qui ont accompagné ces tentatives annonciatrices d'une ère nouvelle. Bref, l'Angleterre réussit à épanouir un véritable système sociotechnique généralisé à de nombreuses branches techniques, là où d'autres l'ont accompagnée, voir précédée, mais sur des filières professionnelles limitées et pour des bassins économiques d'échelle relativement restreinte. L'ère du machinisme s'ouvre rapidement dans l'industrie textile britannique, le coton tout particulièrement, dans la fabrication des objets de quincaillerie, les armes, les nouveaux moyens de transport, *et caetera*. Outre l'usage abondant du fer et de ses dérivés, la mécanisation repose sur l'utilisation d'une énergie nouvelle, à proprement parler révolutionnaire: la vapeur. Notons pour notre propos que ces différents exemples sont connus par les hommes de l'art, par les voyageurs curieux, par les apprentis en formation à l'étranger. Bref, une culture partagée de ces questions techniques imprègne les milieux professionnels en Europe, dans le

dernier tiers du 18<sup>e</sup> siècle. Cet esprit est illustré par l'importance des sujets techniques au sein de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, également publiée à cette période.<sup>12</sup>

D'autre part, les comportements des entrepreneurs dans leur collecte d'information s'ancrent profondément dans les pratiques du négoce international, dont la dimension technique et industrielle apparaît comme un prolongement et un renouvellement. Au-delà des continuités socioculturelles, il faut souligner plusieurs facteurs qui participent pleinement aux ruptures de l'ère industrielle naissante: la dimension quantitative inhabituelle du phénomène, la complexité croissante de l'information et sa dimension multidisciplinaire, les capitaux à immobiliser dans les nouvelles manufactures, *et caetera*. Une dimension sociale et culturelle spécifique est associée à cette nouvelle époque, véritable substrat des mécanismes du transfert technique et de leur diffusion dans l'espace européen. La rapide progression de l'information technique est aussi permise par le contexte historique et politique. La fin du Blocus continental et le retour de la paix en Europe, à la suite du Congrès de Vienne (1814–1815), constituent une période très favorable à cette diffusion internationale des idées et aux nombreuses initiatives industrielles qui l'accompagnent. Mentionnons le rôle joué par les zones frontalières entre des aires culturelles distinctes, lorsqu'elles s'emparent de thèmes techniques et industriels, à l'instar de Mulhouse et de Bâle à la croisée des espaces français et rhénans.<sup>13</sup> Plus largement, des régions ou des pays charnières entre les aires géopolitiques européennes ont joué un rôle majeur dans les transferts de technologie et dans leur organisation à une échelle internationale, comme l'Alsace, la Belgique, les Pays-Bas ou la Suisse. Ce sont aussi des lieux d'industrialisation précoce et de négoce international bénéficiant d'une situation stratégique. Nous avons, de ce point de vue, entre aperçu le rôle d'entreprises et de banques bâloises, au 19<sup>e</sup> siècle, dans le contrôle de l'innovation dans les colorants ou mulhousiennes dans le transfert de technologies électriques de l'Allemagne vers la France, après 1870.

Par ailleurs, les politiques économiques nationales en train de se chercher sont à prendre en compte, tant parce qu'elles offrent un cadre légal à l'action de veille puis de transfert que parce qu'elles traduisent des tensions politiques à même de les faire évoluer. C'est par exemple le cas dans l'Angleterre du milieu des années 1820, entre les tenants des marchés protégés et ceux favorables à l'exportation rémunératrice de machines modèles et de savoir-faire. Le débat fait également rage en France, sur le protectionnisme sans l'abri duquel le développement industriel semble bien compromis pour certains, la sidérurgie par exemple et ses célèbres maîtres de forges, mais qui freine aussi l'arrivée des machines anglaises tant désirées par d'autres, dans le coton, la quincaillerie ou les transports!



## L'adaptation technique réussie: un processus en plusieurs étapes

Avant d'entrer dans la typologie des comportements de la veille technique, il est essentiel de rappeler qu'elle ne constitue qu'une étape préalable à la réussite de la tentative d'adaptation d'une idée étrangère, au sens très général de venant de l'extérieur de l'entreprise. Il s'agit d'une forme de pré-requis, si l'on veut bien admettre qu'un entrepreneur est influencé tant par son environnement socioéconomique que technique et culturel. Le mythe du génie créatif solitaire est loin de tout expliquer, même s'il forme une figure populaire de la créativité technique. Cela ne nie pas la dimension de l'initiative individuelle, au sens du rôle central que Schumpeter donne à l'entrepreneur, mais en la replaçant dans le contexte de l'entreprise à un moment de son histoire.<sup>14</sup>

Le transfert technique est donc initié par une étape immatérielle faite d'observations et d'acquisition de connaissances, puis de réflexions et d'échanges entre les acteurs du projet. C'est une étape indispensable et elle est toujours présente, sous une forme ou sous une autre. Elle appartient parfois à la culture dominante du moment, à ce qu'on appelle communément une idée dans l'air; mais, pour être efficace, elle requiert des qualités et des compétences: des savoir-faire et des connaissances diversifiés pour comprendre la portée du projet et analyser son implémentation possible, un esprit critique sur les capacités de son entreprise et de son bassin environnant, une intelligence du marché et de ses dynamiques, une vision d'ensemble de la réalisation matérielle et de ses coûts, *et caetera*. Il est alors possible de parler, après la phase de veille, de phase d'appropriation.

Le plus souvent, dans la réalité de l'entreprise, un équilibre se dessine entre l'adoption d'idées techniques venues de l'extérieur et leur remodelage interne en tant que réalisation matériellement envisageable. Cet équilibre est simultanément un art du possible, dans un contexte économique régional donné, et une politique de choix technologiques par l'entreprise; un choix qu'il s'agit ensuite de mettre en œuvre et de mener à bien; un choix qui est aussi un pari sur l'avenir, une manière de penser l'objet futur dans ses multiples dimensions. C'est une décision qui fait entrer le transfert technique dans une phase matérielle.

Il faut, en effet, passer à l'étape d'une première réalisation, à la fabrication d'un prototype dans des conditions acceptables tant en termes de construction que de fonctionnement. Les actions de veille et de transfert de technologies n'ont d'intérêt que par leur implantation dans un contexte géographique, matériel et humain différent, dans un système sociotechnique autre. La phase de matérialisation dépend par exemple des données géographiques régionales. Dans notre étude sur les frères Seguin, nous avons mis en évidence combien la situation fluviale spécifique du Rhône ou la difficulté des transports en région stéphanoise avaient

joué un rôle déterminant dans les choix technologiques qui sont à la base de leurs trois entreprises majeures des années 1820.<sup>15</sup>

La réussite matérielle requiert un ensemble complexe de déterminants, dans l'entreprise, dans son réseau habituel de fournisseurs et de sous-traitants, dans son environnement régional, pour lui fournir les différents intrants physiques et humains dont elle aura besoin. Il s'agit par exemple des capacités de transformation des matières premières, de la qualité des produits intermédiaires, des outillages disponibles, *et caetera*. Les Seguin ont bénéficié de la présence, à leur porte, tant du complexe technique des entreprises papetières d'Annonay, tournées vers l'innovation, que des fondeurs et des artisans du cuivre en région lyonnaise, ou encore de la proximité des producteurs franc-comtois de fil de fer. Il est nécessaire de pouvoir disposer d'artisans et d'ouvriers simultanément compétents et ouverts à la nouveauté technique. Les savoir-faire disponibles et le marché du travail encadrent l'arrivée des nouveaux projets, tout comme la culture et l'éducation des entrepreneurs à l'origine des initiatives. Il est enfin nécessaire de mobiliser des capitaux et de les fidéliser, afin d'éviter les spéculations comme les entreprises immatures qui émaillèrent l'histoire des débuts de l'industrialisation.

Cette maîtrise d'ensemble du processus d'adaptation, tant technique qu'organisationnelle et financière, forme le fond du débat sur le bon entrepreneur des années 1820–1830, qui se traduit par le concept très concret de «capital d'industrie», à inscrire au compte de capital de l'entreprise au profit de ses dirigeants. Dans le cas des Seguin, elles ne seront effectives qu'à la livraison du chemin de fer, comme seule et unique rémunération de leur construction du Saint-Etienne – Lyon, soit le prix de l'adaptation innovante et de sa réalisation. Après l'acquisition des idées extérieures, leur remodelage interne propre à l'entreprise, la réalisation de prototypes, il faut accéder à une étape finale à nouveau décisive: la livraison au public et aux usagers qui se traduit par la sanction économique et financière du marché. C'est elle qui permet la pérennité de la production, qui établit le «crédit» de l'entreprise au sens moral et financier, qui permet enfin son inscription dans la durée.

En termes actuels d'économie industrielle, il s'agit bien entendu de l'enchaînement des différentes phases bien connues du processus de production: la veille, terme que nous reprenons ici, puis la recherche sur la base de ces idées, le développement de prototypes, enfin l'industrialisation de la production et la mise sur le marché. Il est intéressant de noter que l'approche historique justifie un tel enchaînement des phases industrielles, dès les origines, simplement dans un vocabulaire différent.

Bref, la réussite au sein d'un nouveau marché confirme *a posteriori* la pertinence de la démarche entrepreneuriale, bouclant ainsi ce qu'avait initié la veille. Il



s'est agi, du moins dans les cas les plus probants, d'une adaptation innovante plutôt que d'une réplique pure et simple ou qu'un transfert d'ateliers clés en main. Au-delà de l'entreprise, une dynamique de la circulation technique s'impose, à l'échelle d'une ville, d'une région ou d'un pays. Elle irrigue à son tour d'autres régions, le centre initial lui-même en retour.

Nous présentons maintenant, d'une manière abrégée, les grands thèmes liés à la circulation et à la diffusion des idées techniques, au moment de leur première structuration d'ensemble, durant les années 1815–1840.

### **Les attitudes institutionnelles, un spectre d'interventions possibles**

Les institutions apportent un cadre légal dans lequel s'organisent les pratiques de transferts technologiques. Il s'agit principalement de la propriété industrielle, des règles d'importation-exportation, du contrôle des travailleurs migrants, mais pas seulement.

Les dynamiques nationales de ces domaines sont à prendre en compte, par exemple la politique dissemblable des brevets en France et en Angleterre. À partir des années 1820, les premiers font directement appel aux idées techniques étrangères, en proposant une catégorie spécifique de protection: le brevet d'importation. Le succès est immédiat, entre 22 pour cent et 24 pour cent du total des brevets déposés en France de 1824 à 1826. Une chute rapide est observée les années suivantes, annonciatrice de la crise de 1830, puis une stabilisation autour de 15 pour cent durant les premières années de la Monarchie de Juillet.<sup>16</sup> L'effet recherché est clairement de faire venir des entrepreneurs étrangers en leur garantissant une protection légale et la possibilité de développer leurs projets en leur nom propre. Les Britanniques, à la même époque, tendent au contraire à rendre anonymes les idées venues de l'extérieur, car un étranger ne peut pas déposer directement de brevet et il doit passer par un intermédiaire britannique, seul nommé sur la patente de protection. Cette politique d'acculturation peut être interprétée de diverses manières. Elle a en tout cas un effet dissuasif, par une protection indirecte, des coûts élevés et la non reconnaissance de l'inventeur étranger. L'effet obtenu est un faible niveau de protection des idées extérieures en Grande-Bretagne. Au-delà, le contrôle de l'exportation ou de l'importation de nouvelles machines est un sujet sensible, en relation directe avec les débats nationaux sur le protectionnisme déjà évoqués.

Les institutions sont aussi présentes et actives dans la veille, par un ensemble d'acteurs et d'institutions publiques au service plus ou moins direct de telles actions. Au 18<sup>e</sup> siècle, le Bureau de commerce intervenait directement en faveur de l'implantation d'entrepreneurs étrangers en France.<sup>17</sup> Il s'agit aussi,



sur la longue durée, du rôle joué par les diplomates en matière économique et technique, pouvant aller d'un carnet d'adresses et l'usage de recommandations en faveur des entrepreneurs en voyage jusqu'à une action plus directe comme des propositions commerciales ou des études documentaires.

Certains ministères ou grands services, en France, comme les Ponts et Chaussées ou l'Académie des sciences, organisent des voyages d'ingénieurs et de savants, sur des thèmes d'enquêtes généralement ciblés mais assez larges.<sup>18</sup> Ceux-ci ont débuté dès le 18e siècle pour la métallurgie et les mines, dans différents pays européens,<sup>19</sup> puis le machinisme textile et les machines à vapeur en Angleterre. Ils se poursuivent au 19e siècle, en suivant l'évolution des innovations techniques.<sup>20</sup> Ces traits d'acquéreur officiel ou semi-officiel d'idées et de techniques étrangères sont loin de concerner le seul Etat français: la Prusse, la Russie, les Etats-Unis, plus tard le Japon procédèrent de manière analogue.

### **Le mouvement associatif industriel**

En premier lieu, il témoigne d'un héritage intellectuel et social du siècle des Lumières, par son intérêt pour la connaissance scientifique et technique ainsi que pour sa diffusion élargie. Les correspondants étrangers d'institutions scientifiques anciennes, comme les Académies, jouent un rôle dans la transmission des idées techniques, par leurs observations et leurs comptes rendus. Ce mouvement a produit une multiplication des sociétés savantes en Europe, à la fin du 18e siècle, dont beaucoup s'intéressent aux arts et métiers, à l'agriculture, aux manufactures, aux inventions, *et caetera*. D'autres, plus récentes, sont centrées sur les techniques et l'industrie.

La création de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, par Chaptal à Paris, en 1801-1802, fait suite de celle de Londres apparue dès le 18e siècle. Organisme typiquement semi-public, elle offre immédiatement un ensemble très complet de moyens pour acquérir de l'information technique et industrielle, connaître des exemples de mise en œuvre, souligner les réussites nationales et les honorer, *et caetera*. Les méthodes sont diversifiées: l'animation d'un réseau de correspondants étrangers, les commissions spécialisées en charge du suivi d'un thème, les expositions nationales, les prix et les récompenses, les collections, les voyages d'études, le *Bulletin*, *et caetera*. Dans les années 1820, la prolifération des sociétés industrielles en Europe se remarque: à Manchester, Mulhouse, Berlin, Prague et Chemnitz, un peu plus tard Darmstadt, le Franklin Institute à Philadelphie, la création de l'Institution des ingénieurs civils à Londres, *et caetera*. Ces institutions marquent la réussite d'un modèle semi-public de stimulation et d'organisation du transfert des techniques étrangères.

Elles offrent l'avantage d'un regroupement des forces et des compétences au service d'une information diversifiée et rapide, tout en gardant la souplesse d'action et l'ouverture intellectuelle des anciennes sociétés savantes; elles favorisent la rencontre et l'expression de nouvelles formes de sociabilité et de reconnaissance du mérite individuel; enfin elles bénéficient d'un appui plus ou moins direct des pouvoirs publics.

Par exemple, les sociétés industrielles prennent en charge la réalisation d'expositions de manière précoce, dès le début du 19<sup>e</sup> siècle. C'est un lieu majeur de rencontre entre les professionnels qui permet une diffusion des idées techniques dans une ambiance de comparaison, de récompenses par les prix et de découverte du savoir-faire et des réalisations venues d'ailleurs. La Société d'encouragement organise à Paris des expositions nationales, en principe tous les deux ans. Des expositions à caractère international sont organisées à Bordeaux à la fin des années 1820 et au cours des années 1830, dont l'un des responsables est un ingénieur britannique installé depuis quelques années dans la ville, William Steward.<sup>21</sup> La Société de Mulhouse se tourne résolument vers des expositions transrégionales, où les produits suisses et rhénans sont présentés en concurrence avec ceux des Alsaciens. Ce mouvement se généralise en Europe et il culmine par l'instauration des expositions universelles à partir de *Crystal Palace*, à Londres, en 1851. Il a incontestablement favorisé la circulation des idées comme celle des objets, facilitant grandement le commerce international et la montée du libéralisme économique.

### **L'édition technique: les revues, les livres et les bibliothèques**

Dans la suite du mouvement associatif, l'édition technique se développe par la publication de bulletins périodiques généralement mensuels, parfois hebdomadaires comme le *Mechanics' Magazine* en Grande-Bretagne.<sup>22</sup> Leur style pédagogique se remarque, car il ne s'agit pas de bulletins savants destinés à des spécialistes, mais de brochures aux articles courts et de lecture aisée. Le public visé est celui des acteurs possibles de l'initiative technique et entrepreneuriale, qu'il s'agit d'encourager par l'exemple à se lancer dans l'aventure industrielle, les artisans et les bons ouvriers notamment. Un style similaire se dégage de périodiques comme le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*,<sup>23</sup> à Paris, le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*,<sup>24</sup> ou encore du *Franklin Journal* aux Etats-Unis<sup>25</sup> et du *London Journal of Arts and Sciences*.<sup>26</sup>

Au-delà du mouvement associatif industriel, des périodiques à vocation technique se développent dans la continuité d'anciennes vocations encyclopédistes



et généralistes. C'est par exemple le cas à Genève de la *Bibliothèque universelle*, héritière d'une tradition d'information internationale, notamment en provenance de Grande-Bretagne.<sup>27</sup> Dans le milieu des années 1820, sous l'active direction de deux savants genevois, Pictet et de Candolle, elle s'est tournée vers la publication de comptes rendus techniques. Par exemple, un numéro de l'automne 1822 décrit les projets de ponts suspendus britanniques, par des traductions d'articles, tout en présentant pour la première fois le prototype de passerelle suspendue des Seguin à Annonay et leur projet très novateur pour franchir le Rhône, à Tournon.<sup>28</sup>

Les années faisant suite au Congrès de Vienne marquent un premier florès de ce type de publications. Des institutions s'insèrent également dans le spectre de l'édition technique, comme les corps d'ingénieurs des Mines<sup>29</sup> et des Ponts et Chaussées<sup>30</sup> en France. Des particuliers annoncent aussi les premiers essais d'une presse technique et industrielle privée et indépendante, à l'image de Moléon<sup>31</sup> et d'Alexandre Corréard,<sup>32</sup> dans la mouvance saint-simonienne alors en plein développement.

La plupart de ces périodiques s'illustrent par d'importants comptes-rendus sur les techniques et les industries étrangères. Par exemple, dès 1814, *Le Bulletin de la Société d'encouragement* consacre 31,5 pour cent de sa pagination aux techniques étrangères, dont les deux-tiers à celles venues d'Outre-manche. C'est 42,3 pour cent en 1815 et 45,5 pour cent l'année suivante.<sup>33</sup> Cet effort très intense d'information précède très clairement les essais industriels français de la Restauration, dont il constitue l'une des sources. Ce taux très élevé diminue par la suite, tout en restant significatif, de l'ordre de 20 à 25 pour cent au milieu des années 1820.

Parallèlement, l'édition de livres techniques prend une ampleur inégalée, visant à compléter la formation des professionnels et des apprentis. La traduction de manuels étrangers, généralement anglais, prend de l'importance en Europe, tout comme la traduction d'articles par les revues. Les comptes-rendus de voyages occupent une place notable. Il faut y associer le rôle des bibliothèques, leur dimension résolument internationale dans le domaine technique, tant à la Société industrielle de Mulhouse que dans les écoles d'application de l'Ecole polytechnique (Mine, Ponts et Chaussées, Génie, *et caetera*) en France.

Un tel rôle est bien mis en évidence par la bibliothèque de la Société industrielle de Mulhouse. Dans son catalogue de 1830, près du quart des ouvrages sont dans une autre langue que le français, en allemand bien entendu mais aussi en anglais et en latin pour les catalogues de sciences naturelles. Sept périodiques sont en allemand, cinq en anglais, 22 en français.<sup>34</sup> L'esprit d'ouverture aux pays étrangers de son *Bulletin* est salué par différents auteurs de langue allemande; ses correspondants sont présents dans de très nombreuses villes, non seulement dans les espaces français et germanique mais aussi en Angleterre et en Russie.<sup>35</sup>

## Les comportements individuels des entrepreneurs

Les entrepreneurs concrétisent le mouvement des idées par leurs initiatives techniques et industrielles. Ils proposent de nouveaux produits sur le marché ou de nouveaux équipements directement inspirés par le mouvement d'information et par une collaboration fréquente et intéressée de leurs partenaires britanniques. Ils rencontrent alors un cadre institutionnel globalement favorable au sein des pays acquéreurs. Leur succès économique devient manifeste, et il conforte la dynamique d'ensemble du transfert technique.

Les entrepreneurs disposent parfois de leurs propres réseaux d'information, en parallèle des réseaux publics ou semi-publics déjà évoqués. Ils passent pour cela par le vieux canal des relations d'affaires, dont ils renouvellent les sujets par des contenus de plus en plus techniques. Sur ce point, il faut évoquer une forte continuité entre le capitalisme commercial des 17<sup>e</sup>–18<sup>e</sup> siècles et les débuts du capitalisme industriel. Il s'agit d'une évolution opérée par les négociants eux-mêmes, en hommes rompus aux voyages et au commerce international, à la recherche de nouveautés et d'affaires. Le voyage et la collecte d'informations techniques devient une véritable mode après 1815, et le ressort d'espoirs de réussite rapide. Ces relations sont favorisées par la reprise économique générale, un réseau routier acceptable et en progrès rapides, un service international de poste efficace et sûr. Le thème des transports est d'ailleurs l'un des sujets de prédilection des «nouveaux entrepreneurs» de l'époque, que ce soit en France avec des gens comme les Seguin ou en Grande-Bretagne avec l'arrivée au premier plan des ingénieurs civils. Les achats de machines, de plans, l'organisation d'envoi d'ouvriers passe par ce canal des affaires, et par ses réseaux privés faits de contacts personnels réguliers. Les échanges d'idées techniques sont de plus en plus au cœur des rencontres comme des correspondances privées.<sup>36</sup> Nous avons montré les relations étroites que les frères Seguin avaient établies avec les Stephenson père et fils, en Angleterre, à propos des chemins de fer et tout particulièrement des locomotives, dont la firme française est le premier client étranger. Qu'en retour la chaudière tubulaire des premiers se soit rapidement retrouvée adaptée sur la *Rocket* des seconds n'a finalement rien d'étonnant,<sup>37</sup> quoi que les uns et les autres aient pu en dire par la suite!

Le contexte culturel d'après-guerre, propre au milieu des entrepreneurs et des ingénieurs, joua un rôle essentiel dans la production d'un état d'esprit largement ouvert sur les réalisations étrangères, tout comme à la mise en place d'une veille technologique diversifiée. La formation des futurs dirigeants des entreprises apparaît alors comme un élément important de cette évolution, et leur culture est résolument internationale dans les régions les plus dynamiques, dans le droit fil d'un esprit des Lumières recentré sur l'efficacité matérielle et le progrès technique.



La formation des cadres et des dirigeants industriels de Mulhouse, durant cette période, montre tout d'abord qu'elle suit un modèle d'éducation assez général à la région rhénane, tout particulièrement celui des anciens milieux du négoce bâlois.<sup>38</sup> Après une première éducation familiale, la fréquentation de l'école pastorale apporte les bases scolaires et une formation morale; puis les jeunes bourgeois mulhousiens entrent dans les institutions pédagogiques suisses, jusqu'à 16–17 ans, où ils reçoivent une formation moderne, tournée notamment vers les langues. Un grand voyage à l'étranger s'ensuit, souvent complété d'un apprentissage. Très vite celui-ci est poursuivi ou remplacé par un séjour scientifique au loin, notamment auprès de chimistes parisiens ou allemands connus, en relation avec les questions cruciales de teinture textile. Il est ensuite remplacé par la fréquentation des écoles d'ingénieurs à Paris ou en Allemagne, puis à Mulhouse même pour la chimie. Les écoles d'ingénieur se renouvellent et se diversifient, en se dégageant de leur vocation initiale au service de l'Etat en faveur de l'entreprise privée.

### **La professionnalisation de la veille technologique**

Elle s'exprime dans un premier temps par un pic dans la venue de techniciens britanniques sur le Continent, en premier lieu en France sous la Restauration. Le phénomène a toujours existé dans l'Europe moderne, l'immigration de techniciens étrangers pouvant faire l'objet de politiques spécifiques à certains moments. Leur présence est généralement temporaire, comme par exemple dans le groupe sidérurgique, Dufaud-Boïgues, pour la mise en place de l'usine modèle de Fourchambault (Nièvre), dans les années 1820.<sup>39</sup> Ce sont d'abord des voyages privés avec visites d'usines, suivis d'accords commerciaux, puis des échanges croisés sous forme de séjours des jeunes futurs dirigeants. Dans un tel cas, la présence pendant quelques années d'ouvriers et de techniciens gallois, avec leur famille, achève la mise en place d'un transfert technique évolué. Ils sont là pour l'installation matérielle du processus productif nouveau et permettre son fonctionnement, mais aussi, avec l'aide d'interprètes, pour former leurs collègues français.<sup>40</sup>

D'une manière similaire, mais à une échelle sans commune mesure et surtout par une émigration définitive, les jeunes Etats-Unis d'Amérique puisent dans le réservoir de savoir-faire européen inemployé ou mal employé. Ce n'est en rien un phénomène inédit, mais son ampleur est nouvelle, renforcée par le développement des transports transatlantiques.

Durant cette période, on assiste également à la naissance d'intermédiaires techniques spécialisés dans l'organisation du transfert et des affaires qui l'ac-

compagnent. Tout un ensemble de cas de figures se dégage, suivant les entreprises, suivant les sujets et suivant les régions: importation d'usines clés en main, appel ciblé à des techniciens et à des ouvriers britanniques, achat de «machine modèles» et auto-apprentissage de leur fonctionnement, étude par la documentation et le voyage, *et caetera*. Par exemple, Marc Brunel, à Londres, entrepreneur d'origine française et père du fameux ingénieur Isambard K. Brunel, en constitue un exemple précoce. Outre ses relations avec un grand nombre d'entrepreneurs francophones, il traite parfois directement avec les gouvernants.<sup>41</sup> Il est suivi par des cabinets organisés d'ingénieurs, comme celui des frères Flachât à Paris, dans les années 1830, qui joue un rôle important dans la sidérurgie puis dans les chemins de fer.<sup>42</sup>

La question de la venue d'ouvriers étrangers doit être complétée par celle d'entrepreneurs, particulièrement recherchés en France à la fin de l'Ancien régime et à nouveau à compter de la Restauration. Une entreprise sidérurgique et mécanique comme Manby et Wilson, installée à Paris dans les années 1820, dispose, outre sa direction d'origine britannique, d'un personnel pour moitié venu d'Outre-manche. Il s'agit alors de l'une des plus grosses sociétés en France dans le domaine, disposant d'environ 700 employés en 1827, et qui vient de racheter les hauts-fourneaux emblématiques du Creusot en Bourgogne.<sup>43</sup>

## Conclusion

Par le biais des thématiques que nous venons de rapidement présenter, nous proposons une méthodologie d'étude de la veille relativement simple à énoncer. A l'origine d'une action délibérée de transfert technologique, il s'agit d'établir une typologie d'ensemble des comportements possibles de veille et des moyens d'action disponibles au profit des acteurs. Elle forme un tableau de facteurs élémentaires à avoir présent à l'esprit pour comprendre le déroulement des faits. Elle permet de dresser une grille de situation, au départ de l'étude de cas, pour en comprendre les motivations et les choix en train de s'élaborer. La difficulté est dans la capacité à documenter chaque thème, en fonction des sources, puis dans l'établissement de leurs corrélations.

Chacun des sujets présentés ici est assez connu en lui-même, voire presque banal à l'exemple des expositions universelles abondamment commentées ces dernières années. Ce qui nous importe est de les identifier dans des cas précis, puis dans une mise en perspective d'ensemble permettant de comprendre les influences et les dynamiques. Il ne s'agit plus de l'analyse d'un facteur explicatif pour lui-même, mais d'un ensemble systémique corrélé et évolutif. Celui-ci est plus complexe à appréhender et il renvoie vers les études de cas, vers l'histoire des entreprises,



vers une histoire où les mises en œuvre matérielles sont prises en considération. L'acquisition de connaissances par l'entreprise est finalisée; elle a un objectif matériel précis. Les notions de cause et de conséquence deviennent alors plus diffuses, et les concepts généraux un peu moins clairement établis. Pour revenir sur l'exemple des expositions, peu d'études font véritablement cas de ce qui se passe en Europe avant *Crystal Palace* à Londres (1851), alors qu'une foule d'expositions locales, régionales ou nationales exprime déjà la dynamique que nous avons vue. Elles représentent un outil d'émulation et d'initiation du transfert technique bien avant cette date repère.

A propos des approches qui sous-estiment l'ensemble systémique qui entoure les choix techniques de l'entreprise, on peut être tenté de développer des études sur l'innovation à partir des seuls brevets. Elles sont certainement très intéressantes et importantes dans le domaine de l'histoire des filières techniques ou bien pour une approche des modes technologiques comme des goulots d'étranglement. Elles ne peuvent toutefois guère rendre compte de la politique globale d'une entreprise, ni même véritablement expliquer les pratiques innovantes à propos d'un objet. Le choix du brevet par l'entreprise, surtout à l'époque fondatrice observée, n'est qu'une stratégie en complément ou en concurrence avec d'autres possibles. Enfin, beaucoup des brevets de cette époque restent des idées imprécises et peu réalisables. Il faut plutôt souligner le critère de la pertinence de l'information acquise par l'entrepreneur, et sa capacité à la sélectionner dans une vision technique et économique globale. De plus, les figures de la veille technologique et du transfert changent avec chaque cas étudié, au sein même de l'entreprise. Nous rencontrons ici la difficulté à rendre compte du processus d'innovation technique en termes d'études de cas et de micro-histoire, tout en comprenant mieux l'un des cadres décisifs à son épanouissement: la capacité entrepreneuriale à examiner l'art du possible par la connaissance de ce que font les autres acteurs du domaine, ceux qui sont le plus en avance notamment. C'est alimenter d'idées pertinentes les choix technologiques de l'entreprise, en lien avec son intelligence des marchés, dont l'une des bases les plus sûres provient de la constance, de la qualité et de l'adaptabilité de sa veille technologique.

#### Notes

- 1 Michel Cotte, *De l'espionnage industriel à la veille technologique*, Belfort 2005, 151–204.
- 2 Michel Cotte, *Innovation et transfert de technologies, le cas des entreprises de Marc Seguin, France 1815–1835*, 2 vol., Lille 1998; *Id.*, *Le choix de la révolution industrielle: les entreprises de Marc Seguin et ses frères (1815–1835)*, Rennes 2007.
- 3 *The Mechanics' Magazine* 1–2 (1823–1824).

- 4 John Harris, *Essays in Industry and Technology in 18th Century*, Aldershot (UK) 1992; *Id.*, *Industrial Espionnage and Technology Transfers, Britain and French in the 18th Century*, Aldershot 1997.
- 5 Cotte 2007 (voir note 2).
- 6 Cotte (voir note 1).
- 7 Pierre Lamard, *Histoire d'un capital familial au XIXe siècle: le capital Japy (1777–1910)*, Belfort 1988; Estelle Fallet, Alain Cortat, *Apprendre l'horlogerie dans les Montagnes neuchâteloises, 1740–1810*, La Chaux-de-Fonds 2001.
- 8 Jean-Louis Peaucelle, «Du concept d'interchangeabilité à sa réalisation: les fusils des XVIIIe et XIXe siècles», *Gérer et comprendre* 80 (2005), 58–75.
- 9 Carlo Poni, «Il mulino da seta», *Scuolaofficina* 4–5–6 (1985), 1, 4–5; Alberto Guenzi, *Acqua e industria a Bologna in antico regime*, Torino 1993.
- 10 Agricola, *De re metallica*, Bâle 1556.
- 11 Frederick Stokhuyzen, *The Dutch Windmill*, New York 1963.
- 12 Diderot et d'Alembert, *L'Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751–1772, 1ère éd., 17 vol. de texte et 11 vol. de planches, 1776–1780, suppléments, 4 vol. de texte; 1 vol. de planches, 2 vol. de tables.
- 13 Louis Bergeron, «Les hommes d'affaires au temps des Lumières», in Michel Vovelle (éd.), *l'Uomo dell'Illuminismo*, Rome 1992; Florence Ott, *La société industrielle de Mulhouse*, Strasbourg 1999.
- 14 Joseph Schumpeter, *Théorie de l'évolution économique*, Paris 1935; *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris 1942.
- 15 Cotte 2007 (voir note 2), 71–92.
- 16 Cotte (voir note 1), 26.
- 17 Liliane Hilaire-Pérez, *L'Invention technique au Siècle des Lumières*, Paris 2000.
- 18 Claude Navier, *Rapport et mémoire sur les ponts suspendus*, Paris 1824.
- 19 Gabriel Jars, *Voyages métallurgiques*, 3 vol., Paris 1774–1781.
- 20 Charles Dupin, *Voyages dans la Grande-Bretagne entrepris relativement aux services de la Guerre, de la Marine et des Ponts et Chaussées de 1816 à 1819*, Paris 1821–1822, 6 vol. avec atlas, réédition 1826.
- 21 Cotte (voir note 1), 61.
- 22 *The Mechanics' Magazine*, Londres (à partir de 1823).
- 23 *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris (à partir de 1801).
- 24 *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* (à partir de 1826).
- 25 *The Franklin Journal*, Philadelphie (1826–1827), puis le *Journal of the Franklin Institute*, Philadelphie (à partir de 1828).
- 26 *London journal of arts, sciences, and manufactures, and repertory of patent inventions* (à partir de 1820).
- 27 *La Bibliothèque universelle*, Genève (à partir de 1826), fait suite à la *Bibliothèque britannique*, Genève (1796–1815).
- 28 Pictet, «Notice sur un pont construit en fil de fer près d'Annonay», *Bibliothèque Universelle* 21 (1822), 123–141.
- 29 *Annales des Mines*, Paris (à partir de 1816).
- 30 *Annales des Ponts et Chaussées en France*, Paris (à partir de 1831).
- 31 *Annales de l'industrie nationale et étrangère*, Paris (1820–1826).
- 32 *Journal du Génie civil, des sciences et des arts*, Paris (1828–1831).
- 33 Cotte (voir note 1), 78–79.
- 34 *Ibid.*, 47–62.
- 35 Ott (voir note 13).
- 36 Cotte 2007 (voir note 2), 16–21.
- 37 *Ibid.*, 317–342.
- 38 Bergeron (voir note 13); Ott (voir note 13).



39 Annie Laurant, *Des fers de Loire à l'acier Martin*, Paris 1995.

40 Cotte (voir note 1), 167–169.

41 *Ibid.*, 143–146.

42 Alain Auclair, *Les ingénieurs de l'équipement en France*, Eugène Flachet, Le Creusot 1999.

43 Cotte (voir note 1), 160–164.

## **Zusammenfassung**

### **Die Verbreitung der Technik während der Industriellen Revolution. Die Verhaltensweisen der Aufsicht und die Rolle des internationalen Austausches.**

Die Verbreitung der Technologie während der Industriellen Revolution – im Verlauf des frühen 19. Jahrhunderts in Europa und Nordamerika – beruht auf einem Zusammenspiel von kollektiven und individuellen Verhaltensweisen, die häufig sehr alte Wurzeln haben, teils inhaltlich aber auch stark revidiert wurden. Diese Verhaltensweisen wurden schnell zu dem, was man viel später Sicherstellung der Technologieentwicklung einer Firma nannte.

Die Aufsicht wird in diesem Beitrag als ein systematisches Instrumentarium verstanden – sehr diversifizierend und anpassungsfähig an die jeweiligen Begebenheiten und Menschen, wobei sie meist denjenigen unternehmerischen Initiativen und ökonomischen Bereichen den grössten Beitrag zukommen lässt, welche sich als die innovativsten erwiesen. Sie stellte eine unentbehrliche Etappe für den erfolgreichen Technologietransfer dar, zu dem sie allerdings nur eine erste Stufe darstellte, im Wesentlichen eine immaterielle.

In dem er sich auf die erste, bahnbrechende Etappe konzentriert, zeigt der Artikel eine Typologie der Aufsichtsmethoden auf – für den doch sehr speziellen Moment, als die Aufsicht Form annahm und eine wesentliche Rolle beim internationalen Erfolg der Industrialisierung spielte.

*(Übersetzung: Andrea Willimann)*