

CRÉATION ET ALUMINIUM EN PERSPECTIVE HISTORIQUE¹

Dominique Barjot & Marco Bertilorenzi

Peu d'autres matériaux ont connu un changement aussi spectaculaire que l'aluminium. Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, l'aluminium était encore un métal rare. En dépit de son abondance dans la croûte terrestre et de ses intéressantes qualités techniques déjà bien connues de la communauté scientifique, l'aluminium n'était produit qu'en petite quantité pour les besoins des élites. Ses prix élevés, résultant du coût élevé du procédé chimique qui en permettait la production, freinaient toute augmentation de la demande pour ce métal. Un siècle plus tard, l'aluminium est devenu le second métal le plus consommé après l'acier, supplantant des non ferreux plus anciens tels que le plomb, l'étain et le cuivre. La découverte fondamentale qui fit de l'aluminium un métal de masse survint en 1886. À cette date, Charles-Martin Hall aux États-Unis et Paul-Toussaint Héroult en France inventèrent la méthode de production électrolytique de ce métal. Un an plus tard, Karl-Joseph Bayer brevetait son procédé homonyme permettant de produire l'alumine. Ce produit intermédiaire extrait de la bauxite sert à produire l'aluminium dans des cuves électrolytiques. Depuis lors, la réduction ultérieure des coûts de production unitaire s'est accompagnée d'un accroissement soutenu de la production. Si l'on s'en tient aux données macroéconomiques, cette production a augmenté d'environ 10 % par an au moyenne entre les années 1880 et les années 1980².

- 1 Les auteurs remercient infiniment messieurs les professeurs François Caron, Pierre Lanthier, Philippe Mioche, Luciano Segreto, Denis Woronoff et monsieur le président Maurice Laparra, pour leur participation à la table ronde, dont cet ouvrage est tiré, comme discutants ou président de session. Leurs commentaires, observations et critiques ont été fondamentaux pour le bon achèvement de ce projet. Les auteurs sont également très reconnaissants à monsieur Christophe Reveillard pour son aide et ses relectures pendant la préparation de cette ouvrage.
- 2 Au sujet de l'histoire générale de l'aluminium, voir Ivan Grinberg, *Aluminium. Light at hearth*, Paris, Gallimard, 2009 ; Paul Morel (dir.), *Histoire technique de la production d'aluminium. Les apports français au développement international d'une industrie*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, 1991 ; Ivan Grinberg, Florence Hachez-Leroy, *Industrialisation et sociétés en Europe occidentale de la fin du XIX^e siècle à nos jours. L'âge de l'aluminium*, Paris, Armand Colin, 1997.

La diffusion de l'aluminium ne résulte pas seulement de la réduction des prix. Elle est le fruit d'un processus complexe d'innovation et de création. Devenu un métal industriel crédible dès la fin du XIX^e siècle, l'aluminium a été adopté dans un nombre croissant d'applications relevant aussi bien de technologies avancées que de productions courantes. L'aluminium est ainsi devenu le matériau de la performance. Il intéresse de nombreuses branches de production, allant de l'architecture à la production de cellules d'avion ou de l'équipement électrique à l'industrie automobile. Dans le même temps, l'aluminium devint aussi un métal courant, utilisé dans des applications technologiquement élémentaires, comme les cuisinières, les cannettes pour boisson et les emballages alimentaires. Ce fort développement des applications découle d'un processus en marche de croissance de la production. En retour, ce dernier a encouragé la progression ultérieure de nouvelles demandes. Par voie de conséquence, au cours de son histoire, l'aluminium a évolué d'un métal de luxe à l'une des marchandises les plus représentatives de notre civilisation de masse³. Le but de ce livre est de fournir une meilleure connaissance historique de ce nœud complexe d'interactions.

Qu'est-ce que la création dans le secteur de l'aluminium ?

Ce processus de création de l'aluminium en tant que produit de masse ne se réduisait ni à une progression linéaire ni à une simple accumulation de *know-how*. L'historiographie de l'industrie de l'aluminium a souvent concentré son attention sur les activités de recherche-développement des producteurs d'aluminium, à l'instar du cas d'ALCOA, étudié par Margaret Graham et Betty Pruitt, ou de celui de Pechiney, analysé par Muriel Le Roux⁴. La recherche-développement (R&D) ne coïncide pas exactement avec le processus de création et d'innovation tel que le définit le présent ouvrage. Ici, ce processus est entendu dans un sens plus large. Il implique l'intervention d'autres acteurs que les producteurs de métal, tels que les usagers et les gouvernements. Il correspond aussi à des changements à la fois institutionnels et culturels. Dans sa thèse, Florence Hachez-Leroy a montré ainsi le rôle joué par l'Aluminium

3 Eric Schatzberg, « Symbolic Culture and Technological Change: The Cultural History of Aluminum as an Industrial Material », *Enterprise & Society*, vol. 4, n° 2, juin 2003, p. 226-271 ; Margaret Graham, « Aluminum and the third industrial revolution », dans Giovanni Dosi et Louis Galambos (dir.), *The third industrial revolution in global business*, Cambridge, Cambridge University Press, 2013, p. 220-228 ; Luitgard Marshall, *Aluminium. Metal der Moderne*, München, Oekom, 2008.

4 Margaret Graham, Betty Pruitt, *R&D for industry. A century of technical innovation at ALCOA*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990 ; Muriel Le Roux, *L'Entreprise et la recherche. Un siècle de recherche industrielle à Pechiney*, Paris, Éditions Rive droite, 1998.

français (AF)⁵ : cet organisme a fait office d'organisation *ad hoc* en vue de la création de nouveaux marchés grâce à la mise en œuvre de recherche et de savoir-faire au sein des consommateurs de ce métal. Le but de ce livre consiste à étendre le champ couvert par ces études déjà anciennes. Il s'agit d'analyser les interactions entre acteurs différents et d'explorer comment leurs interactions ont façonné l'histoire de l'aluminium. En réalité, le cheminement suivi par ce métal a été marqué par des accélérations et des ralentissements, impliquant eux-mêmes des changements la fois qualitatifs et quantitatifs. Le soutien apporté par les pouvoirs politiques aux recherches et aux investissements, la demande des consommateurs pour ce métal, et les changements sociaux et institutionnels ont fait de l'aluminium, dans une large mesure, un matériau industriel.

Les études réunies dans ce volume abordent deux autres thèmes majeurs. Le premier consiste à saisir le changement institutionnel qui sous-tend les transformations de l'aluminium ; le second se réfère aux relations entre l'aluminium et notre culture (ou notre civilisation). De fait, il est impossible de mesurer l'impact de l'aluminium sur notre société sans prendre en compte la genèse et le développement spécifique de ce métal ou les méthodes de gestion caractérisant en propre cette industrie ou encore les interactions des activités productives de ce secteur avec les sociétés humaines. D'un côté, le processus qui a conduit l'aluminium à devenir une marchandise (ou plutôt une commodité ou *commodity* au sens anglo-saxon du terme) a été le résultat des performances, des stratégies ou des structures spécifiques des firmes ainsi que des méthodes de régulation couramment adoptées dans cette industrie. Le rôle de l'État, par exemple, fut déterminant non seulement pour les activités de R&D, mais aussi dans l'administration de cette industrie : c'est ce qu'Andrew Perchard a montré à partir du cas britannique⁶. Mais l'État n'est pas la seule institution à prendre en compte. De même, l'adoption d'un système de cartel ou l'adhésion à un marché international de « commodité », tel que le London Metal Exchange (LME), ont affecté le développement et l'organisation industriels de ce métal à l'échelle globale. D'un autre côté, l'aluminium a réanimé la vitalité humaine des territoires dans lesquels cette industrie s'était installée. L'aluminium est aussi entré dans la culture de notre société, grâce à un imaginaire, à un système de représentation, qui, assez souvent, a accompagné sa diffusion.

Le présent projet a été conçu et mis en œuvre avec le soutien de l'Agence nationale de la recherche (ANR), organisme français de financement de la

5 Florence Hachez-Leroy, *L'Aluminium français. L'invention d'un marché 1911-1983*, Paris, CNRS Éditions, 1999.

6 Andrew Perchard, *Aluminiumville. Government, Global Business and the Scottish Highlands*, Lancaster, Crucible Books, 2012.

recherche. Ce projet se dénomme « CréAlu. Création et aluminium : de la découverte d'un métal industriel à sa transformation en un objet d'héritage international ». Il a donné naissance à une table ronde internationale dont le but a été de discuter du processus multiforme de création qui a revivifié l'aluminium au cours de son histoire⁷. Avant de présenter de manière rapide les différentes parties du livre, cette introduction cherchera d'abord à expliquer l'adoption du terme de « création » et à montrer de quelle manière plus spécifique il s'applique à l'aluminium. Il sera d'abord mis en regard du processus d'innovation, puis rapporté au changement institutionnel et à la société.

14

Dans la plupart des dictionnaires, le terme de « création » se réfère au verbe « créer », qui, en peu de mots, nécessite de faire exister quelque chose. En ce qui concerne l'aluminium, ce terme de « création » risque d'apparaître ambigu. En réalité, l'aluminium n'est pas créé, du fait qu'il a toujours existé : il représente même 8 % de la croûte terrestre. Mais ce métal ne peut être trouvé à l'état pur : il est toujours associé à l'oxygène, sous forme d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), connu aussi sous le nom d'alumine. Même s'il est possible en théorie d'obtenir de l'aluminium à partir de tous les minerais qui contiennent de l'aluminium, la bauxite a été rapidement reconnue comme la meilleure matière première pour extraire l'aluminium, parce qu'elle contient jusqu'à 60 % d'alumine. Bien que la bauxite ait été identifiée en tant que minerai par Berthier en 1823 dans le sud de la France, les premiers essais en vue d'obtenir de l'aluminium pur démarrèrent en 1807, lorsque Sir Humphrey Davy tenta, pour la première fois, d'isoler l'aluminium. En 1827, Frederic Wöhler parvint en fin de compte à atteindre ce but. Puis, en 1854, Sainte-Claire Deville mit au point le procédé chimique permettant d'obtenir de l'aluminium. Ce procédé fut aussi utilisé par Pechiney à une échelle semi-industrielle jusqu'à la fin des années 1880. Ce fut seulement en 1886, ainsi qu'il a été dit plus haut, que le procédé électrolytique Hall-Héroult ouvrit la voie à la production de ce métal sur une base industrielle⁸.

7 Programme soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR), « CréAlu » consiste en un projet interdisciplinaire qui réunit le Centre Roland Mousnier de l'Université Paris-Sorbonne (UMR 8596 du CNRS), organisateur du colloque dont est issu le présent ouvrage, le Centre de recherche historiques de l'École des hautes études en sciences sociales, l'UMR TELEMME de l'Université d'Aix-Marseille, l'UMR CERTOP de l'Université Toulouse 2-Le Mirail et l'Institut pour l'histoire de l'aluminium (IHA).

8 Ivan Grinberg, *Aluminium, op. cit.* ; Jacques Bocquentin, « La fabrication de l'aluminium par électrolyse », dans Paul Morel (dir.), *Histoire de la technique, op. cit.* Au sujet de Deville et de la première adoption de ce procédé, voir aussi : Catherine Paquot, *Henri Saint-Claire Deville. Chimie, recherche et industrie*, Paris, Vuibert, 2005 ; Thierry Renaux et Jean Plateau, *L'Aluminium et Paul Morin au Moulin noir, 1857-1890. Un maire pour Nanterre, un métal pour l'industrie*, Nanterre, Société d'histoire de Nanterre, 2008.

Ainsi, il est possible d'affirmer que, même si l'aluminium constitue un élément permanent de la croûte terrestre, sa création en tant qu'élément scientifique est survenue au cours du premier XIX^e siècle. En revanche, il a fallu attendre le milieu du siècle pour qu'il soit perçu comme un métal utilisable et la fin de ce même siècle pour qu'il devienne un métal vraiment industriel. C'est pour cela qu'en l'espèce, le terme « création » rejoint deux autres concepts (ou catégories de pensée) : d'une part, « l'innovation » ; de l'autre le processus de « représentation sociale » de ce métal. En fait, l'aluminium n'a pas la même histoire que les métaux non-ferreux plus anciens, dont la mémoire se perd dans la nuit des temps. La science et l'innovation technique ont contribué, dans une large mesure, à cette apparition progressive. Néanmoins sa réalisation définitive résulte de sa « vulgarisation » au sein de la société, laquelle a supposé un processus de reconnaissance par les utilisateurs. L'aboutissement de ce processus a été la création d'une demande nouvelle s'accompagnant d'innovations clés.

L'évolution de cette industrie s'est faite à travers différentes autres découvertes techniques. Souvent déjà connues dans une étape initiale de cette industrie, elles ont offert une base importante en vue de développements ultérieurs. Un exemple : la découverte de la poudre d'aluminium en 1906 a ouvert la voie à des usages de ce métal pour la production d'explosifs, laquelle connut un bon durant la Première Guerre mondiale. Un autre exemple peut être fourni par la découverte du duralumin, un alliage d'aluminium et de cuivre. Inventé à l'origine par Alfred Wilm en 1908, il connut la fortune à partir du premier conflit mondial et jusqu'aux années 1930, imposant l'aluminium comme le métal de l'aviation moderne. Le duralumin se situe à l'origine des alliages durs, qui ont ouvert la voie à beaucoup d'autres applications de haute technologie. En réalité, les recherches ultérieures sur les alliages s'avèrent capables d'en introduire de spécifiques, destinés à être utilisés dans les industries automobile ou nautique, puis, dans un second temps, dans l'aérospatiale. Un exemple ultérieur peut être l'adoption, en 1911, de machines spéciales destinées à la production de feuilles d'aluminium extra-minces, lesquelles furent utilisées pour envelopper les chocolats d'une marque suisse célèbre. Cette innovation peut être considérée comme le début de l'usage de l'aluminium dans l'emballage industriel, qui a explosé à partir des années 1960 et qui reste aujourd'hui l'un des principaux usages de ce métal⁹.

9 Il est impossible de mentionner tous les livres techniques concernant l'innovation dans l'industrie de l'aluminium. On peut cependant mentionner un certain nombre d'entre eux, qui décrivent les innovations survenues avant la Seconde Guerre mondiale : Jean Escard, *L'Aluminium dans les industries. Métal pur et alliages*, Paris, Dunod, 1918 ; Charles Gard, *Aluminium and its Alloys. Their Properties, Thermal Treatment and Industrial applications*, London, Constable, 1921 ; Junius D. Edwards, Francis C. Frary et Zacary Jeffries (dir.), *The Aluminum Industry. Aluminum and its production*, New York/London, McGraw-Hill, 1930, 2 vol.

Ces exemples spécifiques n'ont pas été simplement le produit de la créativité des inventeurs ou des scientifiques. Même si l'univers de l'aluminium est constellé de beaucoup d'entrepreneurs-créateurs schumpétériens, ces innovations prennent place au sein du « système technique » décrit par Bertrand Gille. De fait, toutes les inventions s'inscrivent dans un contexte économique et social spécifique : d'un côté, il rend possible les inventions elles-mêmes ; de l'autre, il permet aux mêmes inventions d'être utiles et vendables sur le marché. Comme le dit David Landes, cet aller-retour entre la demande sociale d'innovation et les possibilités offertes par l'offre de technologies disponibles est reconnu comme fondamental dans le processus de révolution industrielle. François Caron a ainsi montré comment la demande sociale d'innovation et le stock existant de technologies disponibles se sont interconnectées dans l'histoire, provoquant un mouvement incrémental d'innovations qui engendraient un appel à des innovations ultérieures, et ainsi de suite¹⁰. L'aluminium coïncide parfaitement avec cette vision : il a été possible de produire l'aluminium par électrolyse en 1886 parce qu'à la fois Hall et Héroult ont pu bénéficier des innovations contemporaines dans l'équipement électrique (dynamos, turbines, etc.) et parce que, dans la société contemporaine, il a existé (et existe encore) une demande insatisfaite par les autres matériels existants¹¹.

Cette histoire d'interconnexions, de passages et d'acteurs montre que celle d'un matériau ne peut être isolée de la société ou, plus spécifiquement, du système social de production dans lequel le devenir historique de l'aluminium s'est développé. Les études cherchent à explorer le nœud de relations qui existent entre producteurs d'aluminium (lesquels ont offert le métal et consacré une partie de leur R&D à trouver des débouchés), utilisateurs (qui ont adapté et

10 Joseph Alois Schumpeter, *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris, Payot, 1946 ; Bertrand Gille, *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard, 1978 ; François Caron, *La Dynamique de l'invention. Changement technique et changement social (xv^e-xx^e siècle)*, Paris, Gallimard, 2010 ; David Landes, *The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge, Cambridge University Press, 1969. Le lien entre innovations et société peut aussi se révéler grâce à l'étude de la conjoncture à travers les innovations : ainsi Dominique Barjot, « L'innovation technique : une trame pour l'étude des fluctuations économiques ? », dans Claude Diebolt et Jean-Louis Escudier (dir.), *La Croissance économique dans le long terme. Formes historiques et prospective*, Paris, L'Harmattan, 2002, p. 145-161.

11 Henri Morsel, « Aluminium et électricité depuis 100 ans en France », *Cahiers d'histoire de l'aluminium*, n° 4, 1989, p. 17-47 ; Robert Friedel, « A New Metal! Aluminum in its 19th-Century Context », dans Sarah Nichols, Elisabeth Agro et Elizabeth Teller (dir.), *Aluminum by Design*, Pittsburgh, Carnegie Museum of Art, 2000 ; Thomas Parke Hughes, *Networks of Powers. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press, 1983 ; William Haussman, Peter Hertner, Mira Wilkins, *Global Electrification. Multinational enterprise and international finance in the history of light and power, 1878-2007*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008 ; Marco Bertilorenzi, « From patents to industry. Paul Héroult and international patents strategies, 1886-1889 », *Cahiers d'histoire de l'aluminium*, n° 29, 2012, p. 46-69.

adopté l'aluminium en y consacrant une autre part de la R&D) et gouvernements (lesquels ont compris l'intérêt d'avoir une production d'aluminium). La chaîne d'innovations, le transfert de *know-how* (savoir-faire) d'une branche à une autre, le processus de reconnaissance de l'aluminium comme un matériau clé pour un nombre croissant d'applications ont relancé l'histoire de ce métal. Un certain nombre de *momenta* furent en mesure d'accélérer le processus de création et d'innovation ; un certain nombre d'autres ont accéléré la reconnaissance politique et sociale de l'aluminium dans la production industrielle. Dans le cas de l'aluminium, il est possible d'accepter de considérer l'idée formulée par Clive Tribilcock à propos des retombées technologiques particulièrement significatives (*spin-off*) que l'armement a entraîné au profit de la croissance économique. En réalité, la guerre et les transformations corrélatives qu'elle a entraînées dans cette voie (ainsi l'importance croissante de la guerre aérienne) ont aidé l'aluminium à émerger, en tirant profit de recherches anciennes, en ouvrant à des innovations ultérieures et en étendant la perception de ce métal comme un élément essentiel à l'industrie dans son ensemble¹².

CRÉATION, INSTITUTIONS ET CHANGEMENT SOCIAL

Le processus créatif traversant l'histoire de l'aluminium ne peut se limiter à celle des innovations techniques.

Quelles relations entre demande et structure de l'offre ?

De fait, la transformation de l'aluminium en matière première de masse est passée par un processus de création institutionnelle (création des firmes, de méthodes de régulations, de management), impliquant des comportements spécifiques, et de transformation sociale (en particulier de la perception sociale de ce métal). C'est la raison pour laquelle cet ouvrage cherche à inclure deux autres formes de créations qui ont soutenu la croissance de l'aluminium durant son histoire. La première vise à confronter des recherches concernant la direction dans laquelle la demande globale et la structure d'offre de ce métal se sont trouvées relancées par les institutions. La seconde se fixe pour but de saisir l'impact de l'aluminium sur les territoires dans lesquels sa production a démarré et de comprendre la façon dont l'aluminium a été perçu au sein de la société.

12 Clive Tribilcock, « "Spin-Offs" in British Economic History: Armaments and Industry, 1760-1914 », *Economic History Review*, vol. 22, n° 3, 1969, p. 474-490. Sur la guerre aérienne, voir : Richard Overy, *The Air War, 1939-1945*, Dulles, Potomac press, 2005 ; Sebastian Ritchie, *Industry and Air Power. The expansion of British Aircraft Production, 1935-1941*, London, Frank Cass, 1997 ; Edward L. Homze, *Arming the Luftwaffe. The Reich Air Ministry and the German aircraft industry, 1919-39*, London, University of Nebraska Press, 1976.

Les technologies et géographies spécifiques de la production d'aluminium ont influencé en profondeur l'histoire de ce matériau. En effet, elles ont ouvert la voie à des méthodes managériales également spécifiques à cette industrie et, dans le même temps, imposé des vues communément partagées dans les sociétés humaines.

18

Concernant la relation entre demande et structure de l'offre, il est essentiel de saisir l'impact de la dimension institutionnelle sur l'industrie et sur ses performances économique. Un autre objet de recherche important, qui découle de la première interrogation, est de savoir si l'on peut aller jusqu'à affirmer que le terme de « création » (ou de créativité) peut être retenu afin de décrire ce type de transformation. Douglas North a attiré l'attention sur le lien étroit existant entre institutions et performance économique, introduisant l'analyse des institutions au sein des recherches universitaires en économie et en management. North a souligné que la capacité des organisations (telles que les firmes ou les États par exemple) à adapter leur comportements au changement institutionnel des économies auxquelles s'appliquent leurs stratégies détermine largement leur performance économique. Par « institution », North désigne la trame au sein de laquelle les interactions humaines prennent place. Appliqué à l'économie, le changement institutionnel peut se comparer au changement technologique parce que, en orientant les comportements des acteurs, il finit par déterminer la manière dont les firmes sont gérées au niveau micro-économique et comment les industries sont régulées à l'échelle macro-économique¹³.

En suivant ces vues méthodologiques, il est possible d'observer que l'industrie de l'aluminium s'est transformée de manière radicale sous l'effet d'un certain nombre de changements économiques et sociaux. L'un tient à l'entrée des États dans l'administration directe de cette industrie, qui a modifié les stratégies productives et commerciales des acteurs économiques. Un autre tient au passage d'une situation de cartellisation internationale, déterminée par l'existence d'un nombre très limité de producteurs, à celle de concurrence entre un plus large nombre d'acteurs. Une autre encore en a découlé : l'adoption de modèles spécifiques de management, ou de structures spécifiques, ou de stratégies de vente qui, directement orientés par le contexte économique et social, ont fini par transformer cette industrie à l'échelle globale. Au final, le changement le plus impressionnant a été la conversion du modèle de régulation de cette industrie, déjà relevé par Carmine Nappi, qui a fait passer l'aluminium d'une « régulation par les quantités » à une « régulation par les prix ». L'entrée de

13 Douglas C. North, *Institutions, institutional change and economic performance. Political economy of institutions and decisions*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990. À propos des relations entre institutions et performances, voir aussi Michael Porter, *The competitive advantage of nations*, New York, Free Press, 1990.

l'aluminium au London Metal Exchange (LME) a eu cet effet. Il s'agit en effet de la caractéristique la plus distinctive de la transformation de l'aluminium en une authentique matière première (ou « *commodity* »)¹⁴.

Ce point mérite une clarification. D'un point de vue linguistique, l'aluminium était déjà une *commodity* dès le XIX^e siècle, avant même que l'industrie moderne de l'aluminium ait été créée. En réalité, ce matériau a toujours collé à la définition de « commodité », à savoir une matière première commune ou un produit agricole primaire qui peut être vendu ou acheté. À la différence d'autres « commodités », telles que le café ou le cuivre, l'aluminium était vendue selon un circuit différent et son industrie se régulait selon d'autres voies durant les phases initiales de son développement. De fait, jusqu'en 1978, lorsque ce métal entra au LME, il n'existait pas de marché institutionnel de l'aluminium. Cela constituait une différence majeure avec d'autres commodités, comme le cuivre, l'étain, le plomb, le blé, le café, etc. L'aluminium se comparait à un produit industriel (ou à l'acier) plutôt qu'à une authentique commodité au sens classique du terme. Ensuite, l'aluminium a convergé vers les modèles de régulation des autres commodités : ce passage et ses effets sur l'industrie toute entière ont été relativement négligés jusqu'à aujourd'hui par l'historiographie internationale. Mais cela paraît de la plus haute importance. En effet, à la fois du point de vue du processus de globalisation et de la dynamique entre les différents types de capitalisme, il s'agit d'un exemple éloquent de convergence/divergence au sein de ce même capitalisme¹⁵. De fait, analyser la création institutionnelle au sein du secteur de l'aluminium nécessite d'étudier ce phénomène de convergence-divergence avec les autres matériaux.

La civilisation de l'aluminium : mythes et réalités

Ainsi que cela a été signalé plus haut, l'industrialisation de l'aluminium et la diffusion de ce métal en tant que commodité de masse n'impliquent pas seulement un choix en matière de changement institutionnel, mais aussi

¹⁴ Carmine Nappi, *L'Aluminium*, Paris, Economica, 1994. Voir aussi : René Lesclous, *Histoire des sites producteurs d'aluminium. Les choix stratégiques de Pechiney, 1892-1992*, Paris, Presses des Mines, 1999 ; Anne Pezet, *La Décision d'investissement industriel. Le cas de l'aluminium*, Paris, Economica, 2000 ; Florence Hachez-Leroy, *L'Aluminium français, op. cit.* ; Marco Bertilorenzi, « Business, Finance, and Politics. The rise and fall of international aluminium cartels, 1914-1945 », *Business History*, vol. 56, n° 2, p. 236-269.

¹⁵ Peter Hall, David Soskice, « An Introduction to Varieties of Capitalism », dans Peter Hall, David Soskice (dir.), *Varieties of Capitalism. The Institutional Foundations of Comparative Advantage*, New York, Oxford University Press, 2000 ; Geoffrey Jones, *Multinationals and global capitalism, from nineteenth century to twenty-first century*, Oxford, Oxford University Press, 2005 ; John M. Hobson, *The Eastern Origins of Western Civilisation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004 ; Kenneth Pomeranz, *The Great Divergence. China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, New York, Princetown University Press, 2000.

concernant la société et ses perceptions culturelles. D'un côté, le processus d'industrialisation et la désindustrialisation a créé des communautés, relancé des territoires et engendré de nouvelles formes d'appartenance. Beaucoup de localisations historiques où l'industrie de l'aluminium s'est développée, telles les Alpes françaises, le Canada et l'Écosse, ont été refaçonnées par cette industrie à la fois dans leur organisation territoriale et dans la sociabilité des communautés. Ainsi, dans les pays nouvellement producteurs, tels que ceux d'Afrique, les firmes essaient d'exporter, même sans processus d'adaptation, une conception similaire de la vie de travail et l'organisation territoriale. C'est pourquoi il peut sembler pertinent de se demander s'il existe vraiment une « civilisation de l'aluminium » faite d'un mélange de stratégies d'entreprises, de politiques publiques et de sociabilité. La création de communautés imaginaires, comme celle décrite par Benedict Anderson dans son livre à propos de l'Indonésie, est souvent adoptée pour décrire le processus de création et de transfert des pratiques sociales et culturelles en se plaçant du point de vue de la sociologie¹⁶. L'une des interrogations du présent volume est de vérifier si les firmes peuvent être les véhicules de créations sociales représentées par des villes de travail et des stratégies de gestion du territoire.

L'idée d'enquêter sur l'aluminium et ses sociétés humaines conduit au dernier aspect que ce livre voudrait évoquer. Comme Eric Schatzberg l'a déjà souligné, une histoire culturelle de l'aluminium peut être écrite en suivant ce que l'aluminium représentait pour les sociétés à travers le temps¹⁷. Le métal de la légèreté, le « lingot de l'électricité », le métal de l'aviation, le métal stratégique, le métal de la performance, le métal de la société de masse, le métal du recyclage... beaucoup de ces qualificatifs ont été adoptés durant l'histoire de l'aluminium afin d'identifier ce métal dans un sens commun. En réalité, chaque définition correspond tantôt à un argument commercial spécifique des firmes (producteurs ou utilisateurs), tantôt à un événement spécifique qui refaçonnait l'imaginaire collectif concernant l'aluminium. Pendant longtemps, l'histoire de ce métal a été caractérisée par une guerre avec d'autres matériaux. En fait, cette concurrence initiale entre matériaux a évolué vers une « coopération », telle qu'elle est définie par la sociologie économique, pour qui les matériaux sont adoptés dans les mêmes produits de manière à en améliorer la performance¹⁸. D'un point de vue culturel, cela a constitué une voie pour la vulgarisation de l'aluminium dans notre société. Celle-ci implique la fin de l'extraordinaire

¹⁶ Benedict Anderson, *Imagined Communities. Reflections on the origin and spread of nationalism*, London, Verso, 1991.

¹⁷ Erik Schatzberg, « Symbolic Culture and Technological Change », art. cit., p. 226-271.

¹⁸ Franck Cochoy (dir.), *Du lien marchand : comment le marché fait société. Essai(s) de sociologie économique relationniste*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 2012.

présence de l'aluminium, due à ses qualités, et le démarrage d'une phase de diffusion plus sobre de ce métal qui, désormais, fait partie de l'environnement quotidien de la vie contemporaine. C'est pour cette raison que la stratégie des firmes envers les territoires, à la fois durant leur activité et à partir du processus de désindustrialisation, a été prise en compte en vue d'établir s'il existe bien – ou non – une civilisation de l'aluminium.

« DU MÉTAL DE LUXE À LA “COMMODITÉ” DE MASSE » : LES RÉSULTATS D'UNE TABLE RONDE INTERNATIONALE

Dans la droite ligne de ces éléments introductifs, cet ouvrage issu de la table ronde internationale de décembre 2012 se divise en trois parties : la première est dédiée à la création continue de l'aluminium (comment les innovations techniques et scientifiques ont-elle contribué à orienter l'aluminium vers un métal de masse ?) ; la seconde concerne la création et la structuration de l'offre et de la demande (comment l'aluminium a-t-il évolué et a-t-il changé dans le long terme ?) ; la troisième explore le processus social et culturel de création (existe-t-il une civilisation de l'aluminium ?)¹⁹.

La création continue de l'aluminium

Les contributions présentées dans la première partie apparaissent particulièrement intéressantes d'un triple point de vue. Le premier réside dans l'existence d'une « guerre » des matériaux industriels. Cela ressort de façon claire s'agissant du choix entre bois, acier et aluminium dans l'industrie aéronautique et, même, la construction de zeppelins durant le premier tiers du xx^e siècle. La concurrence entre matériaux a constitué, et constitue toujours aujourd'hui une clé décisive du processus d'innovation (Dominique Barjot). Cela n'exclut pas des compromis, une coopération et des transferts technologiques entre matériaux différents (Luciano Segreto).

Le deuxième consiste à montrer le rôle des différents acteurs au sein des processus d'innovation : inventeurs (y compris le cas de l'inventeur indépendant, tel qu'Hérault, étudié par Philippe Mioche) ; producteurs (l'Aluminium français, bon exemple d'offre créative analysé par Florence Hachez-Leroy) ; entrepreneurs, qui, à l'origine, sont extérieurs à cette industrie, par exemple les papetiers (Louis André) ; consommateurs, examinés en particulier en connexion

19 Table ronde CréAlu, « L'aluminium. Du métal du luxe au métal de masse. Innovation technologique, structuration des marchés et patrimonialisation en perspective internationale / Aluminium. From precious metal to mass commodity. Technological innovation, market structures and industrial heritage in international perspective », université Paris-Sorbonne, 6-7 décembre 2012.

avec le cas de l'industrie aéronautique (David Burigana pour les avions et Roman Köster pour les zeppelins) ; gouvernements (Mikhail Mukhin). Dans les processus de recherche aussi, les autres institutions locales, régionales ou supranationales, telles que la Communauté européenne, ont joué aussi un rôle important. Tel est le cas de l'industrie de l'aviation et des politiques européennes, étudiées par David Burigana.

Le troisième angle d'attaque concerne la spécificité du processus social d'innovation (François Caron). Celui-ci se fonde et repose encore sur quatre volets : le dialogue utilisateurs-producteurs ; celui, plus spécifique, entre directions du marketing, laboratoires et ingénieurs de production ; le rôle d'acteur particulier comme, par exemple, les politiques d'armement ; enfin, les politiques hydroélectriques. En effet, le coût de l'énergie constitue une contrainte fondamentale, parce que cette même énergie est une nécessité.

Création et structuration de l'offre et de la demande

Le deuxième résultat de la confrontation entre les différentes contributions porte sur les relations entre marchés et acteurs économiques. Premièrement, ainsi que Thierry Renault le dit dans sa contribution, la publicité a tenu un rôle spécifique et déterminant dans le but de promouvoir et de vendre le nouveau métal. Non seulement son étude offre un bon exemple du rôle déterminant joué par la publicité dans la création, entre 1854 et 1890, d'un véritable marché pour l'aluminium, mais confirme encore l'intérêt des études concernant les plus grands médias (à cette époque les journaux). En effet, à partir du milieu du XIX^e siècle, il était plus ou moins nécessaire de promouvoir les nouveaux produits en aluminium et bronze d'aluminium.

Plus important a été le changement fondamental survenu dans le système de régulation mondiale. Camine Nappi a analysé la fin de l'oligopole des producteurs. En effet, la cartellisation était une nécessité structurelle dans le secteur, l'aluminium constituant une industrie hautement capitalistique. Mais, à partir des années 1970, la situation mondiale a changé sous la pression de deux importants facteurs : en premier lieu, un déclin du degré de concentration ; en second, la formation de groupes stratégiques. Dans une voie similaire, Marco Bertilorenzi discute de la tentative des membres de l'oligopole d'introduire une nouvelle forme de régulation à partir de 1971, lorsque la crise économique internationale pousse les producteurs à ressusciter un cartel avec la mise en place d'une compagnie internationale dévolue aux stocks invendus. Le système consiste à agir au moyen d'une intervention sur le marché de la part des grandes firmes du secteur de l'aluminium. Le but principal est de maintenir la stabilité des prix, face au processus d'instabilité monétaire et d'inflation croissante par les coûts.

Cela ouvre la voie à la victoire du London Metal Exchange (LME), très bien analysée par Philippe Chalmin. Il s'agit d'une vieille tradition au Royaume-Uni, particulièrement concernent les produits alimentaires et les matières premières industrielles à Chicago, Hambourg et Londres. En même temps, le passage au LME traduit une seconde victoire, celle de la régulation par les consommateurs sur la régulation par les producteurs et, par voie de conséquence, signifie l'échec des prix ALCAN et Pechiney. L'aluminium a rejoint le LME, parce que c'était et c'est l'intérêt commun des consommateurs et des producteurs. Le LME se ramène fondamentalement à un système de régulation par les prix (par opposition à une régulation par les quantités). L'idée est que l'on peut fournir de l'aluminium au juste prix. Aujourd'hui, le *trading* (commerce) offre la voie dominante pour acheter et vendre des « commodités » (marchandises) et, en particulier, les matières premières industrielles. Dans ce dernier secteur, les transactions se réalisent en Asie (Hong Kong et Singapour, 10 % du total respectivement), à Londres (10 %) et, surtout, à Zug (60 %), en Suisse.

La conséquence majeure, comme cela a été souligné par Carmine Nappi, en est la victoire récente des économies émergentes le plus fortes. Premièrement, la Chine est en train de conquérir une place prééminente sur le marché mondial : auparavant, les États-Unis étaient la seule économie dominante. En deuxième lieu, il faut noter le rôle croissant des autres BRICS : Russie (avec Rusal), Brésil et Inde. Il est possible de l'analyser comme un processus de rattrapage du niveau de consommation des États-Unis par d'autres pays comme l'Allemagne et, plus récemment, la Corée du Sud. Troisièmement, on observe un net recul la place de l'Europe. Mais ce déclin apparaît fondamentalement inégal : la résistance de l'Allemagne et de la Norvège contraste avec le déclin très marqué de la France et du Royaume-Uni.

Une autre question importante a été, au niveau micro-économique, celle des rôles respectifs joués par les acteurs principaux, les entreprises et l'État. Concernant les premières, Dominique Barjot a montré que Pechiney est devenu une firme performante durant les années 1950 (« *Silver Fifties* ») et 1960 (« *Gold Sixties* »). En effet, Pechiney offre un bon exemple de réussite entrepreneuriale emblématique de la période des Trente Glorieuses. De 1949 à 1970, Pechiney a connu une croissance rapide de son chiffre d'affaires et de sa marge brute d'autofinancement, mais le taux de croissance de la compagnie décroît durant les années 1960. Cela résultait d'un changement fondamental face à différentes contraintes : l'intervention de l'État (fusion entre Pechiney et Ugine-Kuhlmann), le prix élevé de l'électricité, la nature de la demande française (industrie aéronautique), la nécessité de la modernisation industrielle et la faiblesse du marché financier français. Les conséquences en furent :

- 1) la nécessité de lourds investissements. Ils étaient difficiles à financer, en raison de l'autofinancement insuffisant de Pechiney. De fait, les dettes à long et moyen terme représentaient une part croissante du total des ressources. Il en découlait un irréversible processus de dégradation de l'indépendance financière ;
- 2) la nécessité d'opter pour une logique d'intégration en aval (Cegédur, Trefimétaux) et une raisonnable diversification ;
- 3) la nécessité d'internationaliser l'activité de la firme en Afrique (avec plus de succès au Cameroun qu'en Guinée), mais aussi dans le reste du monde (Howmet aux États-Unis, Grèce, Australie, Pays-Bas).

Durant les années 1960, un changement majeur se produisit avec l'introduction du management américain (Cécile Coursieras). Même s'il est nécessaire de prendre en compte les effets spécifiques de l'évolution cyclique, il existait une nette opposition entre les deux compagnies ALCAN et Pechiney. Durant les années 1960, ALCAN apparaissait comme une firme multidivisionnelle, mais la première réorganisation proposée par Harvard (M-Form ou forme en U) n'a pas donné tous les résultats attendus. Au contraire, le second audit s'avéra plus efficient. Dans le cas de Pechiney, si l'adoption d'une organisation par aires géographiques se révéla un échec, la réorganisation proposée par McKinsey pouvait néanmoins être considérée comme un succès relatif, dans le but de préparer la future fusion avec Ugine-Kuhlmann.

Ainsi que Hans-Otto Frøland l'a souligné, le rôle de l'État peut être négatif (par exemple en France, avec la fusion entre Pechiney et Ugine-Kuhlmann, une mauvaise idée du point de vue de Pechiney), mais il peut aussi être positif, comme dans le cas de la Norvège. La chance de cette nation a été de disposer d'un puissant potentiel hydroélectrique. En raison du choix de British Aluminium Company (BACO) d'investir en Norvège, mais afin de constituer un monopole, il y eut une réaction efficace de l'État norvégien, consistant à faire appel aux autres grandes compagnies. Parce que l'État norvégien a fait le choix d'adopter une politique plus active, le pays a connu le succès.

Culture ou civilisation de l'aluminium ?

En raison de son immense potentiel, l'aluminium a ouvert la voie à la création d'une « civilisation » nouvelle. Mais s'il s'agit de prendre en compte l'industrie et son héritage, le concept de « civilisation de l'aluminium » demeure sujet à discussion. Comme l'a souligné Denis Woronoff, il n'existe pas, à proprement parler, de civilisation de l'aluminium, mais seulement une présence importante de l'aluminium dans notre société, en particulier à travers l'architecture (Florence Hachez-Leroy, Karine Thilleul). En effet, l'aluminium est un métal caractérisé par un certain nombre de qualités spécifiques : légèreté, brillance

d'une part ; objet de science, donc générateur de recherche de l'autre. En même temps, l'aluminium se situe au cœur d'une concurrence vigoureuse et continue entre les matériaux les plus importants (notamment verre, acier, aluminium et, aujourd'hui, bétons à ultra-haute performance). Mais, la concurrence n'exclut pas des alliances, grâce aux matériaux composites (ainsi le *tetra-brick*). Une question non moins intéressante concerne la place spécifique à accorder l'héritage industriel de l'aluminium. De ce point de vue, il est nécessaire de prendre en compte le rôle de la localisation (en montagne), mais aussi la demande de patrimoine qui caractérise les sociétés industrielles avancées : au même titre que la sidérurgie, l'aluminium est producteur de valeurs.

Les paysages de l'aluminium ont été le sujet de recherches récentes et variées. Anne Dalmasso, par exemple, a comparé trois cas : les deux vallées de la Maurienne et de la Romanche et, aussi, le bassin de L'Argentière. Les trois aires se caractérisaient par un vieil héritage industriel, une activité mixte, une importante immigration (Italiens, Afrique du Nord) et, en fin de compte, une vision spécifique de la part des cadres dirigeants. Un changement abrupt s'est produit dans les années 1970-1980, avec un impact profond sur le paysage industriel : la croissance du chômage a résulté de la fermeture des usines. Par voie de conséquence, cet impact a été le plus visible sur les usines que sur les habitations. Néanmoins, un certain nombre de différences apparaissent de façon visible entre les trois exemples. La vallée de la Romanche a été très tôt industrialisée, grâce à un développement précoce de l'électricité et de l'aluminium, mais aussi un déclin amorcé de bonne heure, qui contraste avec le développement des stations de ski et même la création du Parc national de la Vanoise. La situation diffère en Maurienne, désindustrialisée en partie seulement. Cette vallée a connu un investissement réel dans le patrimoine, à partir des différentes usines, dont une seule demeure en activité. Le résultat en a été la création de l'Espace Alu de Saint-Jean-de Maurienne. Par contraste, l'aire de L'Argentière-La Bassée a bénéficié d'un processus exemplaire de reconversion fondé sur trois moyens : maintenir l'industrie, rénover les cités et réorienter le tourisme.

Andrew Perchard a étudié production d'aluminium et politiques du développement des Highlands, en Écosse. Au début, BACO a joué un rôle décisif. En effet, la compagnie a investi dans les Highlands écossais, une aire improductive et « romantique » (John Ruskin), mais abondante en eau. La compagnie BACO a été aidée à la fois par la législation de l'État et par ses subventions. Il était alors nécessaire de freiner la crise des Highlands, qui souffrait d'une immigration massive. La conséquence en fut un énorme développement de l'hydroélectricité soutenu par les entrepreneurs (D. W. Cameron, Morrison) et les compagnies ferroviaires. Les résultats

en furent positifs, même s'il en découlait des conséquences critiques sur l'environnement. De son côté, Brad Cross a travaillé sur les villes industrielles d'ALCAN du Guyana et du Canada au milieu du xx^e siècle, avec une attention spéciale portée aux relations entre compagnies multinationales et populations locales. La comparaison entre les différentes cités (MacKenzie-Watooka, North-MacKenzie, Wismar au Guyana, Arvida et Kitimat au Canada) montrent que s'est développé un processus de spécialisation de l'espace. Mais un changement se produisit au Guyana avec la nationalisation de l'industrie de la bauxite, selon une évolution spécifique, contrairement à ce qu'il s'est passé à Arvida.

26

Lucie K. Morisset a parlé de « métal magique », mais aussi « d'utopie sociale » et de « cité modèle ». La première étape en a été la cité industrielle, comme dans le cas de Badinville (conçue par Auguste Badin et l'Aluminium français) : la référence apparaît clairement française, avec quatre appartements par maison. Arvida a ouvert un *New Age Metal* (nouvel âge du métal). Capitale mondiale de l'aluminium, la cité a constitué un incubateur de l'innovation architecturale. Les clés du succès résidaient dans le flux global d'idées et également dans l'usage de l'aluminium en tant qu'idéal. En effet, l'aluminium a constitué une industrie expérimentale, transnationale et globale par nature, conduite par un petit nombre d'hommes. C'était le cas d'Arthur V. Davis. Sous son impulsion personnelle, la compagnie a choisi de constituer une société immobilière afin de financer Arvida, d'utiliser des méthodes industrielles de construction, d'importer des traditions internationales (par exemple le cottage nordique) et de promouvoir une intégration sociale. En fin de compte, le but des firmes multinationales était de promouvoir un modèle mondial.

La culture de l'aluminium constitue le produit d'une image complexe (Hervé Péjaudier) : commun et solide ; bon métal, mais investissement spéculatif (Drieu La Rochelle) ; métal magique ; aluminium des hallucinations (San Antonio, Ferrari Testa Rossa) ; métal dangereux. Mais l'aluminium est aussi un matériau des mobilités, en particulier dans le sport et les activités de loisir. En étudiant le cas de l'industrie du ski, Franck Cochoy et Claire Leymonerie ont développé le concept de « coopétition », parce que, dans ce secteur, concurrence et coopération apparaissent comme fondamentalement liés. En effet, dans un premier temps, un certain nombre d'ingénieurs ont conçu différents prototypes de skis métalliques, en utilisant du duralumin : tel fut le cas d'André Tournon, ingénieur à l'Aluminium français. À partir de 1954, AF et Aluflex choisirent le ski tout métal. Le résultat s'avéra positif, grâce à une coopération avec Rossignol (Allais 60). Néanmoins, de façon progressive, l'aluminium s'est trouvé marginalisé, du fait de la concurrence victorieuse des skis en fibre de verre.

La concurrence s'est aussi accrue avec l'acier, en particulier dans la production de maisons industrialisées (Karine Thilleul). Pour édifier des constructions en acier et en fer, la création de tôles fut décisive. Même si le Royaume-Uni a joué un rôle pionnier durant les années 1920, des missions techniques successives dans ce pays ont permis à la France d'adopter des procédés spécifiques, comme celui des Frères Moreau pour les colonies françaises. L'aluminium fut introduit de façon tardive, sous l'influence du Bauhaus (Marcel Breuer). En effet, l'aluminium était moins résistant au feu, mais meilleur pour sa résistance à la corrosion. Dans cette voie, l'AF tint en rôle majeur, grâce à sa filiale Studal (Société technique pour l'utilisation et le développement des alliages légers) et en coopération avec Jean Prouvé. Durant les années 1930 et 1940, en application de la loi Loucheur, Ferdinand Fillod imposa l'usage de l'acier et de l'aluminium en architecture. La coopération avec l'Organisation technique pour l'utilisation de l'acier (OTUA) fut décisive pour le premier métal, et le rôle de Studal pour le second. Mais les développements les plus importants se produisirent durant les années 1950 (maisons pour l'Abbé Pierre en 1956). En dépit de la référence fameuse de Jean Prouvé, les résistances étaient trop fortes : ainsi, sous l'influence du Conseil supérieur des techniques du bâtiment (CSTB), l'administration française devint, par étapes, de plus en plus hostile. En définitive, s'il est « excessif de parler de civilisation de l'aluminium » (Philippe Mioche), l'aluminium constitue aujourd'hui encore « le métal de la frontière », en particulier en Amérique du Nord ou en Scandinavie (Lucie K. Morisset).