

LE VOYAGEUR INNOVANT, GABRIEL JARS, 1752-1768

A paraître dans les Actes du colloque international « Les mines en Europe du Moyen Age au XX^e siècle, Paris, Janvier 2000, P. Benoit et C. Thomasset dir., Éditions Champion, sous presses.

Ce que je voudrais, dans ce travail, c'est interroger l'innovation dans la minéro-métallurgie, en envisageant sous cet aspect les *Voyages métallurgiques* de Gabriel Jars. Grand ingénieur d'Etat, réputé dans les années 1750 et 1760, au point de devenir membre correspondant de l'Académie en 1761 et d'être élu, conjointement avec Lavoisier au fauteuil de chimie laissé vacant par Baron d'Hénouville en 1768, Gabriel Jars est, à nos yeux, l'innovateur par excellence, celui qui contribua à l'introduction de procédés nouveaux dans la minéro-métallurgie en France, (un secteur pour ainsi dire créé de toutes pièces en France au XVIII^e siècle), et tout particulièrement la fonte au coke ; c'est lui qui proposa d'installer un grand centre industriel au Creusot. Il disparut brutalement en 1769, laissant inachevé son grand œuvre, ces *Voyages métallurgiques*, recueil des divers mémoires qu'il avait rédigés lors de ses multiples voyages entre 1756 et 1768 et son frère Gabriel l'Aîné, également membre correspondant de l'Académie, jugea nécessaire de les publier dans le début des années 1780. L'opportunité de fonder une Ecole des Mines était alors discutée avec passion ; et le frère estima qu'il était nécessaire de donner un point d'accroche supplémentaire au débat. Jusqu'à quel point la réflexion de l'ingénieur académicien fut fondatrice, c'est ce que j'essayerai de voir dans ce travail. Mais j'essayerai en même temps de comprendre en quoi cette réflexion fut le reflet, le témoignage de la manière dont on appréhendait la nouveauté technique en France dans ces années 1760 qui furent cruciales à bien des égards. Pour ce faire, j'envisagerai en premier lieu le rôle joué par le voyage dans l'élaboration de la pensée de l'ingénieur. Puis je montrerai, comment l'idéal d'anticipation – et donc de gestion – qui l'animait en tant qu'ingénieur trouva son mode d'expression dans l'imbrication du technique et du scientifique. En quoi, Jars fut l'un des premiers tenants – et peut-être le père - de la technologie minéro-métallurgique ; l'un des premiers tenants – et peut-être le père – de ce qu'on peut appeler en France l' « esprit Mines ». Mais ce ne fut pas sans paradoxe, ce que j'évoquerai en troisième point : cet « innovateur né » de par sa compétence, fut aussi un « innovateur malgré lui » de par sa formation et sa culture.

Né en 1732, d'un père négociant, Jars fut un surdoué de la mine et de la métallurgie.

Et ce don, précocement manifesté (il n'était encore qu'adolescent, en 1746, lorsque son père entreprit la mise en valeur des mines de cuivre de St-Pierre-la-Pallu, près de Lyon), fut très vite repéré par les « technologues », ce groupe d'industriels, de savants et d'administrateur, constitué dans la décennie 1740-1750 autour de Trudaine et Jean Hellot, proches du contrôle général des finances (Orry en l'occurrence), et pour Hellot, membre de l'Académie des Sciences. Ces hommes partageaient l'idée de la nécessité d'un progrès technique pour faire avancer le bien-être de la société ; conscients de l'insuffisance de l'esprit d'entreprise en France, ils pensaient qu'il revenait à l'État de montrer le chemin moins par l'intervention directe que par l'éducation, la formation et l'apprentissage. D'une certaine manière, c'étaient des libéraux de la technique, soucieux de développer l'esprit d'entreprise, et pour cette raison de former –et des entrepreneurs, et des ouvriers. Encore fallait-il trouver des experts pour contribuer à cette propagation de l'esprit d'entreprise, des hommes capables de contribuer aussi au nécessaire essaimage des techniques. On utilisa, pour ce faire des techniciens français, anglais, allemands selon les cas ; des industriels réputés, mineurs ou maîtres de forges, régnicoles ou étrangers (Gensanne, Blumenstein, Dietrich, Monnet en sont des exemples). Et en parallèle, on constitua un support institutionnel, en formant des ingénieurs formés à cette mission d'expertise, de contrôle et de propagation du savoir. En 1750, Trudaine obtenait que soit ouvert dans la toute jeune École des Ponts & Chaussées une « *classe spéciale d'élèves ingénieurs réservés aux mines* ». Jars fut de ceux-là.

Ce fut même le plus important d'entre eux. Formé chez les jésuites (c'est plus qu'un détail), il s'était enthousiasmé pour les mines. Et fut envoyé à Poullaouen en 1752. La Bretagne était en effet un des lieux importants de l'activité minière dans le royaume et l'entreprise du Huelgoat-Poullaouen, bien connue de l'administration, présentait l'avantage d'offrir in situ un condensé du meilleur des techniques européennes : pour la métallurgie, pratique du four à réverbère pour la première fonte (pratique à l'anglaise) ; pour les mines, usage de la machine à vapeur (machine de Newcomen, pratique de la géométrie souterraine, et construction d'un système de canaux « à l'allemande », Le jeune homme s'avéra particulièrement réceptif, et sous la direction de Koenig, qui avait traduit en français le *Traité des fontes* de Schlutter, il apprit l'allemand et la Géométrie souterraine. Sa formation s'acheva un an plus tard, en 1753 - 1754, par un voyage sur d'autres grands sites : houille (Montrelais et Ingrande en Bretagne) ; plomb, cuivre et argent (Sainte-Marie aux Mines en Alsace). A la suite de quoi, il revint sur l'exploitation familiale – et là, geste fondateur- mit au point « le grand four à réverbère », un four à cuivre d'un nouveau type, sorte de mixte des

pratiques allemandes et anglaises qu'il avait vu à l'œuvre sur les divers sites visités¹.

Il n'en resta pas là, ou plutôt, on ne le laissa pas s'en tenir là. A la demande du gouvernement « *car on ne le laissait pas longtemps oisif* »², Jars voyagea dans une grande partie de l'Europe Centrale et de la Grande-Bretagne, à but de rapporter en France le meilleur des pratiques tant techniques que juridiques qu'il croisait et relevait en chemin (voir les cartes). Voyages d'études donc. Trois années durant, de 1757 et 1760 accompagné de Duhamel, il visita successivement les mines et fonderies de Saxe, Autriche, Bohême, Hongrie, Tyrol, Carinthie et Styrie. La fin de la guerre de Sept Ans lui ouvrit les portes du nord de l'Europe. De nouveau à la demande du gouvernement, il passa une année complète en Angleterre, en 1765, où le voyage d'études se transforma franchement en espionnage industriel, tant les Anglais étaient jaloux de leurs savoirs-faire. A peine revenu en France, « *il fut envoyé pour visiter la plus grande partie des mines du Nord* » ; il réalisa cet ultime voyage d'étude en compagnie de son frère : « *bien munis de recommandations et sachant que leur arrivée était annoncée aux ministres du Roi partout où ils devaient aller. Ils visitèrent d'abord la Hollande et ses manufactures, puis le Hanovre, séjournèrent quatre mois dans les montagnes du Harz; parcoururent une partie de la Saxe et du Comté de Mansfeld d'où ils passèrent à Hambourg, de là à Copenhague, puis aux mines d'argent de Kongsberg en Norvège et en Suède...* »³.

L'essentiel de sa vie se passa donc en voyages à travers l'Europe, à but de colliger le meilleur des techniques rencontrées, dont il assurait ensuite l'introduction sur le territoire français, depuis les plus humbles jusqu'au plus élaborée. De la mission – théorique et pratique- qu'on lui avait confiée, il fit une œuvre, principalement didactique. C'est lui qui initia, en France, sous une forme remarquablement vivante, la pratique du Journal de voyage, recueil d'informations qui fut au XIX^e siècle, l'exercice obligé de tous les élèves –ingénieurs au XIX^e siècle, ceux de l'Ecole des Mines de Paris comme ceux de l'Ecole des Mines de Saint Etienne. Et la rhétorique développée par les élèves-ingénieurs écrivant dans la première décennie du *Journal des Mines* est très proche de celle déployée par Jars dans ses mémoires. L'homme n'était pas seulement un rédacteur, on l'aura compris. Il fut un remarquable « capteur » de techniques. Une petite anecdote pour illustrer cette capacité qu'il avait à décrypter et à comprendre une nouvelle technique : il lui fut suffisant de traverser en dix minutes un atelier anglais de minium pour en comprendre le fonctionnement ; il résulta, de ces dix minutes dérobées, un mémoire sur le procédé de fabrication du minium, qu'il présenta à l'Académie en avril 1768 ! Notons, au-delà de l'anecdote que le rendu des voyages se faisait de deux manières - clivées à première vue : par écrit, les

¹ - Pour une analyse détaillée des travaux de G. Jars, voir : GARÇON -BRULE Anne-Françoise, *Les métaux non ferreux aux XVIII^e et XIX^e siècles. Ruptures, blocages, évolution au sein des systèmes techniques*, Thèse EHESS, 4 vol., dactyl. Paris, 1995 et : DUCREUX, Pierre-Olivier, *Gabriel Jars, métallurgiste, 1732-1769*, mémoire de maîtrise Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (dir. P. Benoît).

² - « *Eloge de Monsieur Jars* », *Voyages métallurgiques 1774/1784*, préface.

³ - Ibid.

mémoires à l'Académie des sciences ; par « oral », sous forme de démonstrations sur le terrain en présence d'ouvriers et d'industriels. Ce clivage, comme nous allons le voir, n'est qu'apparent.

Aux fondements de « l'esprit Mines ».

J'entends par « esprit Mines », la manière de pensée propre au Corps des Mines en France. Il est habituel de la distinguer en la référant à l'école polytechnique pour son versant scientifique, et au saint-simonisme pour son versant idéologique. Mon hypothèse de travail consiste à déplacer la naissance de cet « esprit Mines », en amont, du côté du XVIII^e siècle. Il me semble en effet, au regard de ce que nous apprend cette histoire, que le rapport de la pensée technique des ingénieurs des Mines à la science ne trouve pas son origine dans la pensée polytechnicienne. Et que le passage par polytechnique ne serait pas le fondement de la pensée des ingénieurs d'État mais la résultante (et peut-être d'ailleurs le dévoiement – ce qui resterait à voir) d'un mode de pensée qui s'est mis en place dans la seconde moitié du dix-huitième, et dont Jars fut l'un des représentants les plus importants, l'un des plus en vue aussi. L'École Polytechnique (comme son nom l'indique) n'a pas été créée pour éloigner la science de la technique, pour isoler la théorie de la pratique, mais pour donner aux futurs « technologues » les outils scientifiques jugés indispensables à leur pratique. Cela peut être exprimé d'une autre manière : pendant un siècle environ, de 1740 à 1840, la technologie en France a été pensée, conçue, (dans la continuité d'une pensée ingénierale qui s'est progressivement constituée à partir du XVI^e siècle⁴) comme un savoir hybride, mêlant intimement dans la même conceptualisation les modes de pensée ou plutôt les approches dont on disait alors qu'elles étaient non pas scientifiques et techniques, mais théoriques et pratiques⁵. Ainsi, Jars (et avec lui, les « technologues » qui firent le lit de sa brève carrière) n'eut de cesse d'établir une science pratique de la mine et de la métallurgie.

La physique, « lieu » de la parenté conceptuelle

Envisageons l'architecture des *Voyages métallurgiques*, qu'il avait déterminée pour l'essentiel avant sa disparition. Une architecture discrète à nos yeux habitués à des énoncés scientifiques plus fermes : l'ouvrage qui comporte trois volumes, le premier consacré à la houille et au fer, les deux autres à la métallurgie non-ferreuse, se présente sous la forme d'une collection de mémoires dont la distribution dédaigne la chronologie. Mais qui s'en tiendrait à cette appréciation première, ferait erreur, se laisserait impressionner par l'avalanche de détails techniques, par la multiplicité des sites présentés. Une pensée ordonnatrice s'affirme, en effet, au-delà de la

⁴ - Je renvoie, bien sûr, aux travaux d'Hélène VERIN, tout particulièrement : « La réduction en art et la science pratique au XVI^e siècle », *Raisons pratiques*, 9, 1998, p. 119-144.

⁵ - Ce qui dépasse complètement la notion stricte d'application (au sens de Sciences appliquées), ou plutôt lui confère un autre sens.

collection par la disposition aux endroits-charnières, de mémoires-clés, de textes cruciaux. Une telle disposition ne relève en rien du hasard. L'œuvre dans son ensemble débute (premier mémoire du volume 1) par une dissertation sur le fer et l'acier et s'achève (dernier mémoire du volume 3) par un mémoire consacré à la « *jurisprudence des mines de Saxe et des différents états de l'impératrice reine de Hongrie* ». La disposition n'est pas chronologique donc, l'ultime mémoire ayant été rédigé en 1759, avant celui sur le fer et l'acier. Quant à l'articulation entre les volumes 1 et 2, elle est tout aussi réfléchie⁶C'est elle qui nous retiendra dans ce premier temps de l'analyse.

Le volume premier en effet s'achève par un mémoire consacré aux mines de plomb et à l'usage des fours à réverbère en Angleterre. Le second volume reprend assez bizarrement par un mémoire sur la circulation de l'air dans les mines, des principes de la géométrie souterraine et de l'arithmétique décimale. La bizarrerie dissimule un point d'orgue théorique, l'affirmation formelle d'une parenté conceptuelle entre mine et métallurgie. Au plan scientifique, le Lyonnais disposait -et usa abondamment- de deux outils théoriques à partir de quoi il unifia sa lecture de la pratique : en chimie, la théorie des affinités, directe, claire, immédiatement utilisable, lui donna les moyens de jeter les bases de cette métallurgie inexistante alors et qu'il voulait contribuer à fonder ; en physique, cette partie constante, mesurable, mais non érigée en corpus théorique qui s'intéressait aux lois de la pesanteur, au calcul de poids des colonnes d'air et d'eau, à la mesure de l'interaction des unes sur les autres, lui donna les moyens, faire le lien entre toutes les formes d'innovations qui se présentaient à lui dans le domaine de la minéro-métallurgie, depuis les machines à feu et les machines à colonne d'eau, jusqu'à la pratique de la réverbération pour la fonte de première fusion, en passant par la disposition des puits pour l'aérage des galeries.

Voilà en quoi le mémoire, « *sur la circulation de l'air dans la mine et les moyens qu'il faut employer pour l'y maintenir* » constitue un jalon essentiel dans la pensée de l'ingénieur. Jars l'avait rédigé en 1764 et, signe qu'il le tenait pour particulièrement important, c'est lui et aucun autre qu'il présenta à l'Académie des Sciences en 1768-1769, « *aussitôt après sa réception* »⁷. L'ingénieur avait observé que la circulation de l'air dans les travaux miniers adoptait des trajets inverses selon les saisons. Il en donne explication par des mesures pratiquées par le « *thermomètre de Réaumur* ». Le raisonnement est conduit méthodiquement : Jars commence par mettre en évidence l'existence d'une circulation de l'air en multipliant les observations, « *réchauffement de l'air en avançant dans les galeries* », présence « *d'autres ouvertures où l'on sentait l'air chaud en y entrant et par où l'on voit sortir la fumée de la poudre après plusieurs coups de mine* ». Puis, il établit le lien entre cette circulation de l'air et

⁶ - Celle entre le volume 2 et 3 l'est moins ; sans doute a-t-elle pâti de la disparition prématurée de l'auteur.

⁷ - « Son élection avait été précédée de la lecture de deux autres mémoires, le premier sur le procédé des Anglais pour faire l'huile de vitriol, le second sur la séparation des métaux. (« *Eloge de M. G. JARS* », *Voyages métallurgiques* t.I). En 1769, juste après sa mort, son frère rapporta le mémoire sur la « *manière de préparer le charbon minéral* ».

la topographie : « *l'air entre par les galeries inférieures ou plus bas que les ouvrages par où l'air sortait* ». La déduction théorico-pratique vient alors : « *ce qui me persuada que l'on aurait d'autant plus d'air dans une mine, que les ouvrages de communication supérieure seroient plus élevés au-dessus de l'horizontale, ou du niveau de ceux pratiqués au pied de la montagne...* » A partir de quoi, il fournit l'explication d'une pratique empirique que l'observation raisonnée du phénomène justifie : « *ces observations m'expliquent pourquoi l'on construit des tuyaux de cheminée sur certains puits dans des mines de charbon qui étaient exploitées dans un pays plat...* » Cette seconde observation -qui vient en confirmation de la théorie- permet la généralisation d'un fait resté jusque là particulier.

Jars ne s'en tient pas là. Ce qu'il veut, en effet, ce n'est pas décrire le phénomène d'ensemble, mais bien de l'expliquer, d'en comprendre la raison. « *Il ne me suffisait pas d'être parvenu à connaître parfaitement la façon dont l'air circulait dans les mines, je voulais encore savoir qu'elle en était la raison* »⁸. Muni de sa toise et de son thermomètre, il multiplie les observations, obtient des résultats contradictoires, renouvelle les expériences, les confronte et finalement conclut. « *Ces observations, répétées plusieurs fois et dans plusieurs mines m'ont prouvé que l'air qui, dans l'hiver entroit dans la mine par les ouvrages inférieurs pour ressortir par le supérieur, prenoit une route contraire pour l'été.* » L'explication est désormais possible qu'il réalise en s'aidant d'un schéma. La notion qu'il fait intervenir est -comme dans un thermomètre- celle de dilatation plus ou moins grande d'un air plus ou moins chaud : « *en hiver, la colonne d'air DA, est plus pesante que CB, car à 0° et non à 10° comme CB...* » et explique que si la DA est plus pesante c'est parce qu'elle « *moins dilatée qu'en CB...* »

Cette notion de pression différentielle des colonnes d'air et/ou d'eau, il l'étend aux autres innovations de la minéro-métallurgie. Ainsi, entre le mémoire qu'il donne de la circulation de l'air dans les mines, et ce qu'il décrit de la machine à feu, il y a une identité de réflexion. Voilà, par exemple la réflexion qu'il conduit sur les machines à feu de Schemnitz : « *quoique la colonne d'air de l'atmosphère, qui presse sur le piston soit d'environ 1/3 plus pesante, on a trouvé par différents calculs et expériences, qu'elle ne peut cependant dans cette machine faire plus de 90 quintaux, attendu qu'il reste toujours de l'air dans le cylindre en dessous du piston, quoique la vapeur a été condensée par l'eau froide, ce qui retient le piston en descendant* »⁹. La parenté est remarquable avec d'une part le thermomètre et d'autre part ce qui est dit de l'air dans les mines. Et, dans le domaine voisin des machines à colonne d'eau et d'air, un autre exemple, voilà l'appréciation qu'il fait d'un prototype rencontré à Alston Moor en Écosse en 1765 : « *On est dans l'intention de profiter de celles (des eaux) qui passent en très grande quantité de la galerie supérieure pour faire mouvoir une machine d'une nouvelle construction à laquelle celle à feu a donné lieu. On se*

⁸ - G. JARS, op. cit., t.I, seizième mémoire, « *Observations sur la circulation de l'air dans les mines; Moyens qu'il faut employer pour l'y maintenir* », 1764/1774. Ce mémoire est le dernier du volume I.

⁹ - G.JARS, op. cit., t.II, quatrième mémoire, 1758/1780, section III.

propose d'avoir un cylindre semblable, mais au lieu de la colonne d'air dans toute la hauteur de l'atmosphère, on veut conduire sur le piston une très grande colonne d'eau ; elle ne différera de celle des mines de Schemnitz en Hongrie, qu'en ce que de cette dernière la colonne d'eau part sous le piston »¹⁰.

Passons maintenant de la mine à la fonderie. Le récit qu'il donne de la mise au point de son « *grand four à réverbère destiné à raffiner le cuivre* », un récit construit *a posteriori*, illustre encore parenté de réflexion. Jars, à Poullaouen, avait vu fonctionner le four à réverbère (j'insiste : comme four de première fusion). De retour à Chessy, il avait essayé d'adapter l'un des fourneaux décrit par Schlutter au traitement des pyrites cuivreuses, principal minerai de l'exploitation paternelle, mais sans résultats. Le voyage effectué à Sainte-Marie aux Mines en 1754 fut décisif car l'ingénieur vit fonctionner le four qu'il cherchait à modifier. L'idée lui vint alors d'ajouter à ce four à l'Allemande un peu des techniques anglaises– ce qui nous donne au passage un bel exemple d'hybridation des techniques. De retour à Chessy, il se fit fort de fermer trois des bouches à feu du four et de les remplacer par « *une grande cheminée fort élevée. Celle du fourneau Anglois me parut très propre pour cela.* » Un choix qu'il justifie théoriquement, d'une manière que l'on connaît désormais : « *De cette façon, en augmentant le courant d'air dans le fourneau, et conséquemment le volume pour la pression d'une colonne plus élevée et qui divisant davantage les particules de feu leur donne plus de force pour pénétrer les pores du métal* »¹¹. L'enjeu était, là aussi, la circulation de l'air.

Entre les deux domaines, celui de la réflexion et celui de l'action, la parenté conceptuelle est évidente. Encore qu'il serait préférable d'invoquer une parenté conceptualisante. La réflexion sur les pressions procure à l'ingénieur, savant et praticien tout en même temps, un environnement cognitif, un terreau conceptuel que l'on qualifiera de technologique, tant fut constant le souci de lier pratique et théorie. Par comparaison, voici la présentation que fait Monnet de la machine à feu, dans son *Traité de l'exploitation des Mines* : « *Pour terminer cette partie, il ne nous reste plus qu'à parler de la pompe à feu... on connaît les détails que M. Bélidor a donné de cette curieuse machine, dont l'effet est fondé sur l'alternative d'un effort produit par la vapeur de l'eau bouillante et de la destruction de cette même force au moyen de l'eau froide; ce qui est beaucoup augmenté par l'équilibre où sont mises les pièces et surtout par le grand balancier* »¹². Le ton -et la réflexion- y sont autres. Le « *technologue* » ne pense pas tout à fait comme le technicien

¹⁰ - Et Jars d'ajouter : « *je préférerais sans difficultés celle de Schemnitz parce qu'elle est beaucoup moins sujette à se déranger et à réparation...* » (G.JARS, op. cit., t.II, quinzième mémoire, 1765/1780, section IV).

¹¹ - G. JARS, op. cit., t. III, cinquième mémoire « *Description d'un grand fourneau à raffiner le cuivre construit au mois d'août 1755 dans la fonderie de Chessy en Lyonnais dans lequel on raffine tout le cuivre provenant des dites mines et de celles de Saint-Bel* ».

¹² - A.G. MONNET , op. cit., IV^e partie, chapitre II, « *De la pompe à feu* ».

Il reste à déterminer la manière dont l'ingénieur envisageait l'organisation productive, question cruciale qui renvoie à la relation d'ordre.

C'est la perpendicularité des puits qui constitue ici le point de focalisation du jugement. Ce point technique est capital aux yeux de l'ingénieur, parce qu'il détermine l'avenir économique de l'entreprise. La critique qu'il fait de la disposition des puits du Harz est vive et sans appel. Ces puits, en effet, suivent « *tous les sauts et détours que fait le filon dans son inclinaison* »¹³. Outre qu'une telle installation est dispendieuse à l'entretien ; elle interdit d'utiliser au mieux l'équipement hydraulique. La conclusion est rapidement tirée : « *d'où il suit que les puits perpendiculaires sont préférables à tous égards* », et l'ingénieur d'ajouter comme il se doit : « *mais ils doivent être entrepris dès le commencement d'une exploitation...* ». Le rapport à la puissance ordonnatrice s'esquisse. Qu'en est-il à Schemnitz ? « *On a généralement adopté pour méthode de faire des puits perpendiculaires et aussi profond qu'il est possible pour éviter la multiplicité de la main d'oeuvre qui est indispensable lorsqu'on a que des petits puits pour entraîner le minerai* »¹⁴. En raison des économies d'échelle, l'emploi des puits perpendiculaires s'impose lorsque les travaux prennent de l'ampleur en profondeur : « *on conçoit du reste combien cette méthode (de multiplier les puits) serait dispendieuse, dans une mine qui aurait 200 toises de profondeur* »¹⁵. Mais alors, puisque la méthode est à ce point profitable, pourquoi ne s'est-elle pas généralisée ? La réponse est d'ordre techno-économique. Cette manière de faire suppose un investissement initial important. Les frais d'installation sont élevés ; il faut déployer pour leur mise en oeuvre un réel savoir-faire : « *il est vrai que des puits d'une aussi grande profondeur sont si dispendieux (car ils exigent une charpente beaucoup plus exacte ou bien une maçonnerie) qu'ils sont bien capables d'effrayer les entrepreneurs* ». Difficulté supplémentaire, ils ne peuvent être réalisés directement sur le filon : « *ils sont rarement approfondis sur le filon, parce qu'on trouve très peu de ceux-ci qui soient exactement perpendiculaires...* » C'est là l'origine d'un surcoût dû au fait qu'il faudra travailler exclusivement en terrain stérile pour les foncer. « *Etant parvenu en profondeur, il faut faire des galeries de communication pour conduire les matières sous les dits puits, et...en approfondissant, cette communication devient d'autant plus longue que le filon a une inclinaison* »¹⁶. Le maître-mot est jeté : « *ils obligent au développement de toute une infrastructure.* » Or, un tel investissement (c'est toujours Jars qui parle) bien lourd dans sa conception et coûteux dans

¹³. G. JARS, op. cit., t.II, huitième mémoire.

¹⁴. G. JARS, op. cit., t. II, quatrième mémoire, section II.

¹⁵. « *Cette méthode diminue non-seulement la main-d'oeuvre, mais elle gagne un tems considérable, que l'on met nécessairement à transporter les minerais d'un puits à l'autre, & au remplissage des sceaux; d'où il arrive qu'un minerai qui souvent ne suffirait pas pour payer les frais d'extraction paye encore ceux du bocard et des fonderies. On a de plus l'avantage, avec des machines hydrauliques, d'éviter beaucoup de frottements qui est toujours plus grand dans les puits obliques, puisque les tirans qui conduisent les pistons, doivent être supportés sur des rouleaux ou petits cylindres mobiles ; que d'ailleurs quand on a plusieurs puits pour arriver au fond de la mine, les varlets et les balanciers augmentent d'autant plus le frottement ; ce qu'il faut éviter autant qu'il est possible.* » (G. JARS, op. cit., t.II, quatrième mémoire, 1758/1780, section II).

¹⁶. G. JARS, ibid. section II..

sa mise en oeuvre, est rarement accepté par « une Compagnie (qui) n'envisage que l'utilité présente... Souvent même, elle n'est pas en état de supporter des frais aussi considérables surtout si, dans le même tems elle a des galeries d'écoulement à faire ». Le rapport à la puissance ordonnatrice s'établit avec plus de netteté. Car à Schemnitz (à la différence du Harz et même de la Saxe), le souverain intervient, à la fois comme ordonnateur et comme régulateur, à la fois comme investisseur et comme tuteur. En Basse-Hongrie en effet, « les Compagnies exploitent leurs mines sur le même principe que celles de Sa Majesté qui les favorise autant qu'il est possible pour assurer la durée de l'exploitation et la leur rendre aussi profitables qu'elle l'est au souverain... La reine qui fait travailler ces mines n'épargne rien pour assurer une exploitation durable dont elle se trouve dédommée par le nombre de mines qu'elle fait exploiter ». Et l'ingénieur d'ajouter, en reportant ce jugement sur le domaine minier saxon : « nous pouvons dire que la plupart de celles qu'on travaille aujourd'hui en Saxe avec perte donneroient du profit, si dès le commencement, on eût approfondi un puits perpendiculaire, que l'on auroit continué jusqu'à la plus grande profondeur, puisque le minéral coûteroit la ½ moins d'extraction »¹⁷.

UN INNOVATEUR MALGRE LUI ?

Laissons momentanément de côté l'espace technique allemand et le rôle ainsi donné à la puissance publique, pour aller du côté de l'Angleterre. La comparaison en effet est riche d'enseignement pour comprendre la manière dont Jars se représentait l'innovation. Nous y trouverons, pour partie, les raisons profondes, intimes, du recours à l'Etat.

Le désordre anglais.

En Angleterre en effet, mais Jars, à ce propos, est beaucoup plus obscur, sa rédaction plus incertaine- les puits sont foncés à la perpendiculaire, et la pratique du puits central, une pratique courante. « Si l'on s'y prenoit ici, comme Angleterre, pour exploiter une couche, on n'auroit pas besoin de faire d'autres ouvrages que ceux que nous venons de décrire. Les Anglois placent toujours le puits principal, celui sur lequel ils établissent leur machine à feu, à l'endroit le plus bas où est la couche, dans l'arrondissement qu'ils ont acquis; par ce moyen, toutes les eaux s'écoulent dans le puisard, et ils charrient avec bien plus de facilité le charbon jusqu'au puits, le transport étant toujours en descendant. Les Liégeois ne font pas ainsi »¹⁸. Alors, les Anglais seraient-ils de grands maîtres-mineurs ? Assurément non. Certes, dans les mines métalliques, l'exploitation se fait selon les normes. Certes, dans le Derbyshire, à Winster comme à Wiks-worth, « ces mines sont exploitées jusqu'à cent toises de profondeur, perpendiculairement; les eaux qui y sont très abondantes sont élevées par plusieurs grandes machines à feu »¹⁹. Mais, à la perpendicularité près, dont il faut dire qu'elle était favorisée

¹⁷-Ibid..

¹⁸- G. JARS, op. cit., t. II, quatorzième mémoire.

¹⁹- G. JARS, op. cit., t. II, quinzième mémoire, section III.

par la géologie des gîtes formés de « *couches presque horizontales* »²⁰, et par l'usage de la machine à vapeur, tout est brocardé Rien des pratiques anglaises anglais ne trouve grâce aux yeux de l'ingénieur qui les juge marquées du sceau du gaspillage et du désordre.

Réaction étonnante. L'ingénieur revient d'Angleterre avec le coke. Plus encore, il revient avec cette idée fondatrice que fer et charbon représentent les points d'ancrage essentiels du développement technique, qu'ils constituent les piliers de ce formidable déploiement productif qu'il lui fut donné d'observer dans son voyage. Et pourtant, Jars n'a pas admis. En matière de plomb argentifère par exemple, la marge est trop grande avec cette filière continentale qu'il connaît et pratique à la perfection. Face à un agencement technique qu'il relate avec sa précision coutumière, il réagit avec un étonnement poussé jusqu'à l'incompréhension, voire au refus. Rejoignant Monnet en cela, il reproche à la filière anglaise le gaspillage qu'elle induit à tous les niveaux de la production. « *Les mines sont mal aménagées, les bois dangereux... Les mineurs, en général ne sont pas aussi bons que les Allemands et même que ceux que nous avons actuellement en France : ils ne s'étudient point à connaître la façon de placer les coups de mine pour faire éclater les roches de la manière la plus avantageuse; ils sont toujours deux... d'où il suit qu'il s'embarrassent l'un et l'autre, surtout dans une galerie où un seul ouvrier ferait autant d'ouvrages* ». Sa visite à Lead-Hill en Écosse lui inspire un commentaire identique : « *... la formation des castes pourrait être mieux entendue; les puits sont mal construits et dangereux... il n'y a pas d'échelle... on les visite en s'attachant à la corde du treuil, ce qui est incommode et même très dangereux.* » Et d'indiquer « *qu'il y eut des accidents* »²¹. Ce qui vaut pour les mines, vaut aussi pour la minéralurgie. A Lead-Hill, le lavage de minerai s'effectue comme en Basse-Bretagne, « *mais on y opère avec beaucoup moins de soins qu'on ne le fait dans ce dernier endroit : ce qui sort de ces laveries, ou plutôt ce qui est entraîné par le courant d'eau est reçu dans de grands fossés où le fin se précipité... Celui-ci est ensuite lavé sur des espèces de tables mal construites en mal disposées...* » A Alston Moor, tout se passe comme à Lead-Hill, « *mais avec beaucoup moins de précaution ; les pertes sont considérables* » au point que se développe toute une sous-traitance : « *nombre de paysans ramassent du minerai à la belle saison le long du ruisseau jusqu'à plusieurs milles en-dessous de la mine, le trient et l'apportent à la Compagnie qui l'achète...* » Dans le Derbyshire, aux mines de plomb de Winston, c'est l'usage des machines de Newcomen qu'il critique, un usage qu'il juge abusif : « *La facilité qu'on a en Angleterre pour la construction des machines à feu fait qu'on abuse communément de son usage, et qu'on les applique trop généralement partout où l'on a des eaux à élever, sans même considérer les frais considérables de leur entretien, surtout dans les mines dont on vient de rendre*

²⁰ - Jars fait à ce propos une observation « bien singulière et qui peut servir beaucoup au système de la formation et de l'origine des filons, c'est que lorsqu'ils sont inclinés ou qu'ils s'éloignent de la perpendiculaire, ils dérangent totalement les couches dans leur position horizontale. » (Jars, *ibid.*, section II).

²¹ - G.JARS, *op. cit.*, t.II, quinzième mémoire, « Sur les mines de plomb d'Angleterre, leur fonte et l'affinage du plomb pour en extraire l'argent ; sur celles de plomb à crayons dans le Comté de Cumberland avec la description d'une mine de plomb du Comté de Namur, suivie des procédés des Hollandais & des Anglais pour fabriquer la céruse, le blanc de plomb et le minium », 1765 & 1766/1780., section I, II et III.

compte où le charbon est fort cher. Il y a dans ces districts, un petit ruisseau à l'aide duquel et des étangs que l'on aurait construit, on pourrait établir des machines hydrauliques ; il y a aussi nombre d'endroits où l'on pourrait pratiquer des galeries d'écoulement. »²².

Les procédés de fonte, dans ce qu'ils ont d'habituel et d'établi sont décrits du même ton critique et désapprobateur. Jars s'interroge sur le manque de soin et d'économie qu'il dénote dans le déroulement de chacune des opérations. Le travail au fourneau écossais ne le convainc qu'à demi. A Lead-Hill, *«la séparation se fait très mal, puisque les scories sortent très riches; cela est si vrai qu'elles tiennent encore 50 à 58% »*²³. Dans le Derbyshire, *« ...il y a sûrement une perte en minerai; de celui qui est enlevé par le vent du soufflet »*²⁴. Après l'affinage, *« une partie de la litharge, la plus belle, est vendue aux verreries de Newcastle pour la composition du verre blanc nommé flint-glass; sans doute, elle tient lieu de minium. »* Le surplus est revivifié dans des fourneaux à réverbère, *« sans ouverture par devant, seulement une marmite de fer qui sert de bassin de réception »* et dans laquelle le plomb coule continûment, par l'intermédiaire du canal de percée mais, ajoute Jars, *« ce qui m'a paru fort extraordinaire dans ce travail, c'est que toutes les scories... sont jetées à la rivière sans retirer le plomb qu'elles contiennent encore en très grande quantité »*²⁵.

Voilà donc l'Angleterre : un pays où l'on exploite beaucoup mais de coûteuse façon, où l'on néglige de traiter le minerai faiblement concentré, où l'on dédaigne de travailler les scories... Entre l'ingénieur et les producteurs anglais, s'instaure un dialogue de sourds. Deux compréhensions techno-économiques de la métallurgie se confrontent, étrangères l'une à l'autre. A Lead-Hill, en discutant l'usage du fourneau écossais, Jars réfléchit à la manière dont l'on pourrait améliorer le procédé. *« Ce que je pense qu'ils pourraient corriger à très-peu de frais, ce seroit de supprimer le sol de leur fourneau qui est en fer pour lui en substituer un autre fait d'une brasque très légère »*. Il ne voit pas qu'une telle modification remettrait en question tout un ensemble d'opérations -un complexe technique- reposant sur la rapidité d'exécution, une souplesse de travail confortée par l'habitude. A Alston Moor, mieux, il se fâche : *« les prix faits sont mal entendus ; les salaires des ouvriers sont beaucoup considérables... L'on néglige d'extraire et l'on remplit même de déblais des endroits où il y a du minerai, souvent meilleur que la plupart des mines que l'on exploite à l'étranger... A plus forte raison, voit-on au rebut, tout celui qui est à bocard; on ne sait pas ce que c'est que le moulin si utile dans le travail des mines »*²⁶. Bref, il dénonce un désordre productif, pour lui synonyme de mauvaise économie...

²² - G. JARS, *ibid.*, section III.

²³ - G. JARS, *ibid.*, section I.

²⁴ - G. JARS, *ibid.*, section IV.

²⁵ - G. JARS, *ibid.*

²⁶ - G. JARS, *ibid.*, section II.

Or ce désordre constitue le corollaire d'un mode de production centré sur la rapidité productive, le mouvement, le flux. L'on extrait vite -et sans précaution; l'on fond vite aussi, deux fontes par vingt-quatre heures en Écosse. Dans le Derbyshire, « on assure qu'il ne faut pas plus de huit heures pour cette opération qui ailleurs en exige quinze »²⁷. Ceci parce que les fourneaux de réverbère sont « du double plus large et un peu plus long »²⁸. Le moteur de ce mouvement, de cette accélération productive, c'est l'incitation économique, le marché. A elle seule, elle montre que déjà l'Angleterre a basculé dans un autre système technique. Avec en clé de voûte, ce fait capital que les Anglais ne produisent pas d'abord de l'argent et ensuite du plomb comme en Europe continentale, mais quasi-exclusivement du plomb. L'interlocuteur des compagnies anglaise, c'est le marché; celui des compagnies d'Europe continentale, c'est l'État.

Le marché : c'est bien là qu'est le problème. Jars est y aveugle. Ainsi le jugement qu'il porte sur la gestion de la London Company, compagnie « la plus considérable qu'il y ait en Angleterre »²⁹, titulaire de la plus grande partie des mines d'Alston Moor³⁰ et qui « fait aussi exploiter dans le Derbyshire. ». Ce qui paraît invraisemblable à l'ingénieur, c'est la manière dont elle décide de ses prix : « ils sont réglés par la Compagnie sur celui de la vente du plomb... Comme la dite compagnie ne fond de minerai qu'autant qu'il est de la même qualité et pureté, elle a calculé son bénéfice en proportion, déduction faite du droit qu'elle paye à l'Hôpital des Invalides ». Jars prête mille défauts à cette manière de compter : les mines sont mal tenues, les ouvriers trop payés, « depuis 12 jusqu'à 40£ ce qui est exorbitant...Un ouvrier qui gagne trop est rarement un bon ouvrier. » La réponse des Anglais est sans appel « qui disent à cela qu'il leur est absolument égal, parce qu'ils ont fait leur calcul de manière que le produit du minerai est toujours de cinquante pour cent et même au-dessus, jamais au-dessous et que d'ailleurs cela sert d'encouragement »³¹. Le Français demeure hermétique à l'argumentation. Au praticien certainement le plus doué de sa génération, la filière anglaise se présente comme incompréhensible. Mais comment voir l'invisible, c'est-à-dire le poids d'un marché, qui, en France à cette date pour la mine et le métal est sans dynamisme ?³² « Il vaudrait beaucoup mieux que cet

²⁷ - G. JARS, *ibid.* section IV.

²⁸ -Le minerai est introduit par fournée de dix-huit à vingt quintaux, « ce qui est peu de choses relativement à la capacité ; mais il présente plus de surface, et l'opération avance beaucoup plus ; car on assure qu'il ne faut pas plus de huit heures pour cette opération qui ailleurs en exige quinze » (G. JARS, *ibid.*).

²⁹ - "(Elle se compose d'un grand nombre d'actionnaires ; la direction de Londres comprend un gouverneur, un député, douze assistants » (*Ibid.*, section IV).

³⁰ - L'autre partie revenait au seigneur du lieu « qui jouit également du droit régalien et l'exploite pour lui-même ». Le seigneur théorique était le comte de Northumberland. Celui-ci ayant été décapité lors de la rébellion de 1716, l'exploitation fut attribuée à l'Hôpital des Invalides pour matelots qui l'affirma pour vingt et un an à la London Company, à charge pour elle de donner à l'Hôpital le cinquième du minerai prêt à fondre (*Ibid.*).

³¹ - G. JARS, *ibid.*, section I.

³² -C'est seulement à partir des années 1780 qu'une réelle dynamique de marché s'enclenche en France pour les métaux non ferreux, domaine à ce moment de la grande métallurgie (j'entends par là : importance du capital fixe, de l'investissement technique et sociétés par action).

argent (comprenons : ce surplus inutilement versé à l'ouvrier) fût employé à travailler dans des endroits regardés comme trop pauvres pour mériter l'exploitation ce qui pourroit conduire à des découvertes »³³. Voilà une pensée toute centrée en sa construction sur le rôle de l'épargne : le Français projette son habitude de la pénurie et du manque dans un monde de l'abondance... Entre technique et économie, ces deux composantes de l'horizon productif, définitivement il privilégie le technique, c'est-à-dire l'immédiatement perceptible, ne concevant l'économie que dans le sens premier et limitatif de l'économie de moyens. A mi-chemin entre les filières anglaises et allemandes et par obligation imprégné des conditions de production dans lequel il évolue, Jars, à la fois entrepreneur industriel et ingénieur évolue dans un schéma mental qui conjugue par nécessité inventivité technique et austérité économique. Tout à cette image du puits central qui étaye sa pensée, il penche pour la mise en oeuvre d'une main visible et régulatrice, celle du souverain, refusant l'invisibilité -l'artifice- d'une auto-régulation par le marché. Il n'est pour lui d'économie que politique.

C'est qu'il y a une autre difficulté : homme de la technique, Jars, n'en est pas moins homme de son temps, et comme tel, comme tous, il redoute l'innovation. Il redoute ce qu'on entend alors par innovation, c'est-à-dire cette nouveauté-là qui aboutit à un renouvellement des normes, à une modification des fondements de la société. Voilà l'autre versant du refus de l'ingénieur ou à tout le moins l'une des raisons de son aveuglement. Inventer, c'est-à-dire, selon ce qu'en écrit Diderot dans *l'Encyclopédie*, recomposer les savoirs, faire du neuf à partir de l'ancien, oui. N'est-ce pas le fondement-même du projet encyclopédique : mettre à plat les savoirs, sous toutes leurs formes, en dresser une carte comme les géographes l'ont fait du globe, et dans ces limites globales, amener chacun, par cette mise à plat, à découvrir dans les limites données, de nouveaux chemins ? Mais innover, c'est-à-dire penser d'autres mondes, d'autres rapports de savoirs et de société, là, il n'en est pas question, c'est non. Or, l'Angleterre, en économie a fait le pas ; les normes sont autres.. L'île évolue dans un univers techno-économique différent, neuf, dans une dialectique du mouvement et du flux, dans une accélération s'est amorcée entre 1650 et 1680, parallèlement aux bouleversements politiques, lorsque -sous la double pression du manque en matière technique, du besoin en matière économique- se détermine une poussée innovante, et qu'apparaissent tour à tour le four à réverbère puis la machine à feu. Le pays a modifié sa compréhension mentale du rapport à la terre et projette désormais ses désirs de puissance au-delà de la stricte appropriation foncière. Ces normes différentes, l'ingénieur refuse de les faire siennes, il les réfute avec passion

L'opposition fondamentale est là : comme lien ordonnateur entre technique et production, les Anglais placent le dynamisme du marché. Jars, quant à lui, y met l'État. Dans un cas, la régulation est implicite et spontanée,

³³ - Ibid.

dans l'autre, elle est explicite et imposée. On est proche d'un Turgot, plus encore d'un Bertin. Oscillant entre mercantilisme et physocratie, la pensée de l'ingénieur trouve son point de focalisation -et de renversement- dans la relation d'ordre, perçue comme essentielle, à la fois fondement et justification de l'interventionnisme politique en économie. Quoi de plus naturel de la part d'un homme formé et mandaté par l'administration ? Quant au changement technique, perçu en dehors du rapport au marché, il est inséré, jugulé presque, dans l'élaboration scientifique. Posons cette autre hypothèse que le double rapport à la science et à l'Etat – qui caractérise l'ingénierie française et la distingue de l'ingénierie britannique – est entre autres ce qui a permis, faute d'un lien fortement dynamique au marché, de juguler, d'appriivoiser le rapport de l'ingénieur à l'innovation, de le légitimer aussi. Car l'affaire, on le sait, était piégée : introduire le coke en France pouvait-il n'être qu'un simple geste technique ? C'est ainsi que Jars fut (à l'instar de *l'Encyclopédie*) un innovateur malgré lui.

Anne-Françoise GARÇON, CRHISCO - Université Rennes 2
Janvier 2000

Bibliographie

GARÇON Anne-Françoise, « Gabriel Jars, un ingénieur à l'Académie », in *Règlements, usages et science dans la France de l'Absolutisme*, Actes du Colloque international, Paris 8-10 juin 1999, sous presses.

GARÇON Anne-Françoise, « Fours debout, fours couchés. L'horizontalité et son apport en métallurgie », *Archives internationales en Histoire des Sciences*, n° 143, vol. 49 / 1999, p. 302 - 330.

GARÇON Anne-Françoise, *Mine et Métal, 1780-1880. Les non-ferreux et l'industrialisation*, PUR, Rennes, 1998.

GUILLERME Jacques, « Invention » et « innovation » dans l'art du projet, in *L'innovation : Approches historiques, Économies et sociétés, cahiers de l'I.S.M.E.A.*, série PE n°4, 1985, p. 70-87.

GUILLERME Jacques et SEBESTIK Jean, « Les commencements de la technologie », *Thalès*, Recueil des travaux de l'institut d'histoire des sciences et des techniques de l'Université de Paris, tome 12, année 1966, PUF, 1968, p. 1 – 72.

HILAIRE-PEREZ Liliane, *L'invention technique au XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel, 2000.

VERIN Hélène, « Technique, technologie, application », in Jacques Perrin (dir.), *Construire une Science des Techniques*, Journées interdisciplinaires *Comprendre l'évolution des techniques : vers une science des techniques*, Lyon, 21-22 mai 1990, Limonest, L'Interdisciplinaire, 1990, p. 47-63.

VERIN Hélène, *La gloire des ingénieurs, l'intelligence technique du XVI^e au XVIII^e siècle*. Paris Albin Michel, 1993.

VERIN Hélène, « La réduction en art et la science pratique au XVI^e siècle », *Raisons pratiques*, 9, 1998, p. 119-144.

VERIN Hélène, « Les arts, l'homme et la matière dans l'Encyclopédie », *La matière et l'Homme dans l'Encyclopédie* Actes du colloque de Joinville, 10-12 juillet 1995. Textes recueillis par Sylviane Albertan Coppola et Anne-Marie Chouillet, Paris, Klincksieck, 1998, p. 275-287.