



HAL
open science

Crise socio-économique et innovation entravée. Le cas de l'industrie minière de Potosí au XVIIIe siècle

Vincent Daumas

► **To cite this version:**

Vincent Daumas. Crise socio-économique et innovation entravée. Le cas de l'industrie minière de Potosí au XVIIIe siècle. e-Phaistos, 2023, XI-2, 10.4000/ephaistos.11885 . hal-04282440

HAL Id: hal-04282440

<https://hal.science/hal-04282440>

Submitted on 13 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Crise socio-économique et innovation entravée

Le cas de l'industrie minière de Potosí au XVIII^e siècle

Socio-economic crisis and technical solution. The case of the mining industry in Potosí in the XVIIIth century

Vincent Daumas



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ephaistos/11885>

DOI : 10.4000/ephaistos.11885

ISSN : 2552-0741

Éditeur

IHMC - Institut d'histoire moderne et contemporaine (UMR 8066)

Ce document vous est offert par Université Rennes 2



Référence électronique

Vincent Daumas, « Crise socio-économique et innovation entravée », *e-Phaïstos* [En ligne], XI-2 | 2023, mis en ligne le 24 octobre 2023, consulté le 13 novembre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/ephaistos/11885> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ephaistos.11885>

Ce document a été généré automatiquement le 26 octobre 2023.



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-SA 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

Crise socio-économique et innovation entravée

Le cas de l'industrie minière de Potosí au XVIII^e siècle

Socio-economic crisis and technical solution. The case of the mining industry in Potosí in the XVIIIth century

Vincent Daumas

- 1 Depuis 2022, l'effondrement du Cerro Rico de Potosí s'est accéléré. Alors que cette montagne mythique avait déjà perdu plusieurs centaines de mètres d'altitude depuis sa découverte au XVI^e siècle, l'exploitation intensive et désordonnée de ces dernières années multiplie les éboulements, notamment dans la moitié supérieure. En plus des risques évidents pour le travail minier quotidien, cela pourrait avoir un impact multi-sectoriel sur la ville, puisque la dégradation du paysage du Cerro Rico a classé la ville de Potosí, inscrite en 1987 sur la liste du Patrimoine mondial de l'Unesco, comme patrimoine culturel en péril¹. Le lien entre les techniques d'exploitation et les autres aspects de l'industrie et même de la vie minière n'est certes pas nouveau pour une mine aussi célèbre que celle du Cerro Rico. Cependant, ce lien n'a été que partiellement travaillé concernant le XVIII^e siècle, période paradoxale pour Potosí car marquée à la fois par une croissance de la production d'argent et une aggravation des facteurs de crise.
- 2 Les Espagnols commencèrent à exploiter l'argent de Potosí en 1545. Après une vingtaine d'années durant lesquelles l'extraction et la purification de l'argent par fusion étaient laissées aux Indiens, les réformes du vice-roi Francisco de Toledo mirent en place un système d'exploitation qui resta à peu près le même jusqu'à la fin de la Colonie. Les entrepreneurs miniers, financés par le capital marchand, employaient deux classes d'ouvriers indiens : les *mingas*, salariés libres et relativement qualifiés, et les *mitayos* (en moyenne respectivement 2/3 et 1/3 de la masse ouvrière de Potosí). Ces derniers se présentaient à Potosí dans le cadre du système de la *mita* qui obligeait les communautés indigènes des hauts plateaux andins (de la région de Cuzco jusqu'au sud de Potosí) à fournir chaque année un certain contingent de travailleurs pour les mines.

Ce travail forcé rémunéré (mais bien en dessous du salaire des *mingas*) assurait de la main-d'œuvre peu chère aux exploitants miniers et suscitait une résistance passive des communautés indiennes, d'autant que les *mitayos* étaient affectés aux tâches les plus pénibles.

- 3 Pour ce qui est de l'exploitation souterraine, elle se faisait en suivant les veines de minerai. Parfois, pour permettre l'aérage et l'évacuation des eaux d'infiltration, de longues galeries droites nommées *socavones* étaient percées à la base des montagnes, mais elles nécessitaient de très lourds investissements. Le creusement de la roche se faisait par des Indiens *barreteros* (*mingas*) et le minerai était remonté sur les épaules des Indiens *apiris* (*mitayos*). Une fois sortie de terre, la roche extraite était emportée à l'*ingenio* de traitement : des bocards activés par énergie hydraulique broyaient les matières, qui étaient ensuite mélangées au sol avec du mercure (travail effectué par le foulement des pieds des *mitayos*, conduisant à de nombreux empoisonnements). Ce dernier ingrédient permettait l'amalgamation, c'est-à-dire la séparation de l'argent des autres matières par attraction avec le mercure (Tandeter 1997 : 13-16 ; Salazar-Soler 2009).
- 4 L'industrie minière de la *Villa Imperial* de Potosí (titre accordé par Charles Quint et toujours en vigueur de nos jours) a suscité de nombreuses études historiques, principalement sur les circuits commerciaux et les chiffres de production d'argent, sur les conditions de travail et la *mita*, ou encore sur les modèles d'investissement et d'accaparement de la rente minière. Pour le XVIII^e siècle, le travail le plus abouti est celui du chercheur argentin Enrique Tandeter, *L'argent du Potosí. Coercition et marché dans l'Amérique espagnole* (Tandeter 1992 ; 1997). Il y donne une lecture approfondie sur l'évolution de la *mita* au cours du siècle, de son accaparement par les entrepreneurs et propriétaires miniers, et ses formes de contournement par les travailleurs indiens, jusqu'à la crise finale de l'Indépendance.
- 5 Pour la période étudiée, l'œuvre de Tandeter reste la principale référence, bien que la chercheuse bolivienne Rossana Barragán soit en train de renouveler la réflexion sur les conditions de travail et de contournement de la pression imposée aux *mitayos* (Barragán Romano 2016)². Cependant, aucun de ces deux chercheurs ne s'est profondément penché sur les aspects techniques, Tandeter affirmant même qu'il n'y eut aucun changement des techniques minières et métallurgiques au cours du XVIII^e siècle (Tandeter 1997 : 19). Il est vrai qu'à comparer les descriptions des XVI^e et XIX^e siècles, on pourrait avoir l'impression que les procédés d'extraction et d'amalgamation restèrent presque les mêmes. Les études globales, peu nombreuses (Bargalló 1969), sur ces techniques minières et métallurgiques coloniales, montrent néanmoins qu'il y eut toujours de nombreuses propositions d'innovation et d'amélioration, y compris pour le XVIII^e siècle.
- 6 Le premier objectif de cet article consiste donc à compléter la réflexion sur l'histoire de Potosí au XVIII^e siècle par l'approche des techniques minières et métallurgiques. Plus précisément, mon but est de mettre en regard la diversité des causes de la crise minière de Potosí de la fin du XVII^e et du XVIII^e siècle avec les réponses techniques qui y sont apportées, souvent avec peu de succès. Je m'appuierai sur les nombreux travaux historiques qui ont déjà exposé les diverses causes sociales, économiques, politiques, etc., de cette crise, pour les compléter avec des données souvent inédites sur les propositions techniques faites au moment même de la crise minière, en tâchant de révéler les causes de l'échec (au moins apparent) de ces propositions.

La mise en doute d'un système à la fin du XVII^e siècle

Incertitudes sur la *mita*

- 7 Potosí traverse une première crise minière à la fin du XVII^e siècle. En effet, après l'apogée de la dernière décennie du XVI^e siècle (avec près de 7 millions de pesos par an), les revenus engendrés par le paiement du quint royal sur la production d'argent (la source la plus fiable pour en évaluer les valeurs produites) n'avaient cessé de baisser tout au long du XVII^e siècle, pour atteindre leur niveau le plus bas au cours de la décennie 1720, avec moins d'un million de pesos à l'année. Par la suite, la production repartit à la hausse pour atteindre un dernier pic dans les années 1790 (Barragán Romano 2016 : 5).
- 8 Il n'en reste pas moins que la fin du XVII^e siècle et le début du XVIII^e constituaient le moment de plus faible production d'argent à Potosí. De nombreuses causes peuvent expliquer cet état de fait, mais la principale est assurément le dérèglement du système de la *mita*. Sous l'effet de la crise démographique et des stratégies de relocalisation géographique des populations indiennes, le quota annuel de 12 000 à 14 000 *mitayos* prévus en 1575 avait diminué pour atteindre environ 3 000 à 4 000 *mitayos* effectivement présents à Potosí à la fin du XVII^e siècle. Cependant, le besoin constant des entrepreneurs miniers en main-d'œuvre *mitaya* et le constat de la progressive reprise démographique des communautés indiennes, à partir de la moitié du siècle, rendirent toujours plus revendicatives leurs demandes.
- 9 Pour y voir plus clair, le vice-roi Duque de la Palata ordonna en 1689 un recensement général des communautés indiennes du Pérou. Il venait par là même de déclencher une longue période de débats entre les partisans de la restauration de la *mita* à ses quotas originels et ceux favorables à la suppression pure et simple de ce système de travail forcé, privilège des entrepreneurs de Potosí. Cette période, qui a été tout particulièrement étudiée par Ignacio González Casasnovas, provoqua de très nombreuses incertitudes quant à l'avenir de Potosí, limitant d'autant les investissements dans le Cerro Rico. Ces doutes ne prirent fin qu'en 1736 avec l'ordre royal confirmant définitivement la *mita*, dans ses quotas antérieurs aux débats (González Casasnovas 2000 ; Barragán Romano 2016 : 8-14).
- 10 Par ailleurs, d'autres difficultés s'ajoutaient pour l'industrie minière de Potosí, à commencer par les irrégularités dans la production de mercure, ingrédient essentiel à l'amalgamation, provenant de la mine péruvienne de Huancavelica. Il semblerait bien que ces irrégularités soient avant tout dues à la mauvaise gestion de l'achat et de l'acheminement du mercure par les autorités péruviennes, qui en détenaient le monopole (Brown 2015, p. 117-146). En parallèle, les principales veines d'argent s'épuisaient ou s'enfonçaient sous les nappes phréatiques, nécessitant le percement des galeries d'écoulement, obligeant ainsi à de lourds investissements. Ces derniers étaient rendus de plus en plus difficiles à la fin du XVII^e siècle du fait du tarissement du commerce international et donc des capitaux disponibles, provoqué par la perte de contrôle de la marine espagnole sur l'Atlantique, dans un contexte de guerres européennes (Contreras Carranza 2010 : 105).

L'innovation contre rétributions

- 11 Dans ce contexte de crise généralisée du Vice-Royaume du Pérou, et plus particulièrement de l'industrie minière de Potosí, ce furent tout d'abord les entrepreneurs et experts miniers locaux qui proposèrent aux autorités, de leur propre initiative, des améliorations techniques. En effet, entre la fin du XVII^e et le début du XVIII^e siècle, la Couronne et les autorités locales se concentraient avant tout sur le débat du maintien ou non de la mita et de son système d'exploitation. Très vite, les autorités métropolitaines furent avant tout confrontées au changement de dynastie à Madrid et aux guerres qu'il provoqua, laissant la question de la mita à la décision du pouvoir vice-royal. Celui-ci, manquant d'informations techniques fiables et étant occupé à des problèmes plus urgents, se limita à soutenir les propositions d'amélioration présentées par certains mineurs et experts locaux (González Casanovas 2000 : 141-142).
- 12 En effet, les entrepreneurs et experts de Potosí avaient tout intérêt à proposer des solutions techniques comme remède à la crise de production de la fin du XVII^e et du début du XVIII^e siècle, tant pour leurs intérêts financiers que pour avancer des palliatifs à la suppression de la mita. C'est ainsi que, dans les années 1680, le richissime Antonio López de Quiroga introduisit l'usage de la poudre dans les travaux souterrains de Potosí. Il en fit par la suite un argument pour solliciter des honneurs auprès de la Couronne (Bakewell 1988). Mais les propositions d'innovation se faisaient plutôt sur le processus d'amalgamation, afin de réduire la consommation de mercure. Même quand ce dernier ne venait pas à manquer, la Couronne profitait de son monopole pour le fournir à des prix élevés et en tirer une confortable rente.
- 13 C'est pourquoi, en 1674, le jésuite Gonzalo Carrillo proposa de mélanger l'argent et le mercure avec des restes de précédentes amalgamations, afin d'en accélérer le processus. Il reçut l'appui des autorités vice-royales et locales. Il affirmait également que Juan del Corro avait tenté de s'approprier les mérites de son invention³. Ce dernier fit également couler beaucoup d'encre dans les années suivantes, déclenchant des espoirs importants quant au potentiel de son invention, qu'elle fût volée ou non (Bargalló 1969 : 361-366). En 1683, un certain Esquivel reçut également le soutien vice-royal pour expérimenter une nouvelle façon de jeter le mercure sur l'argent, inventée par lui-même : les expériences ne donnèrent pas les résultats escomptés (González Casanovas 2000 : 142). L'année suivante, Alonso Hidalgo de Tena, mineur de Potosí, présenta une nouvelle méthode d'amalgamation (Lohmann Villena 1970 : 648)⁴. Dans le même temps, le père augustinien d'origine chilienne Ignacio de Illescas se trouvait à Potosí pour faire des expériences sur les procédés métallurgiques. Il affirma avoir écrit un *De re metallica*, sans doute sur le modèle de celui de Georgius Agricola (González Casanovas 2000 : 141-142).
- 14 En 1691, le *beneficiador* (responsable de la conduite de l'amalgamation) Juan de Alcalá Amurrio écrivit une *Direction de la purification de l'argent par le mercure* qui se voulait une description fiable et sérieuse de la façon de mener l'amalgamation, à l'inverse des mauvaises pratiques de ses collègues *beneficiadores*⁵. Enfin, en 1699, Juan Ramos Valdarrago proposa une nouvelle façon de disposer les minerais avec le mercure pour réduire le temps d'amalgamation de 30 à 2 jours : malgré les oppositions et critiques, il reçut tout l'appui du vice-roi qui lui ordonna de poursuivre ses expériences⁶. Nous n'avons souvent aucune trace documentaire de l'efficacité de ces innovations ni de leur

adoption par les autres experts métallurgistes. Peut-être les multiples désillusions provoquées par ces expérimentations (Arzáns de Orsúa y Vela, Hanke, Mendoza L. 1965 : 303) provoquèrent une raréfaction des propositions au début du XVIII^e siècle.

- 15 Ces nombreux projets s'intègrent dans le cadre de l'arbitrisme, courant de pensée politique important dans la monarchie espagnole, et plus particulièrement pour la période Habsbourg, selon lequel les vassaux pouvaient (ce qui parfois constituait même une obligation morale) écrire à la Couronne pour exposer leurs points de vue personnels concernant les problèmes de la Monarchie et les solutions qu'ils envisageaient, souvent contre récompense. Quelques études se sont portées sur l'arbitrisme des entrepreneurs et experts miniers andins (Guzmán 2022 ; de Carvalho 2020 ; Fuentes Bajo 1986) pour mettre en lumière leur auto-célébrations comme ressources essentielles à l'économie de la Monarchie hispanique, en particulier au moment de proposer des inventions aptes à relancer l'industrie minière.
- 16 Bien évidemment, il s'agissait d'un bon moyen de demander récompenses et reconnaissances à la Couronne pour les années et sommes d'argent dépensées en recherches minières et métallurgiques. Cet intérêt pécuniaire des inventeurs se perçoit également dans l'utilisation des propositions d'inventions comme preuve d'expertise, garante du succès économique. Dès 1677, un propriétaire de minerais qui n'arrivait pas à en extraire l'argent s'engagea à les céder à Gonzalo Carrillo : ce dernier était libre de les traiter selon son nouveau procédé, le propriétaire gardant pour lui la moitié de l'argent que l'on parviendrait à extraire⁷. Quant à Juan del Corro, il demandait en 1680, en récompense de ses services et son travail sur les mines, l'attribution de cent indiens *mitayos*, sans que nous sachions s'il les obtint effectivement⁸. En revanche, Pedro Prudencio Pérez, marchand et mineur fortuné en 1735 et député de la corporation des mineurs dans les années 1750, gendre d'un des entrepreneurs les plus fortunés de la ville, et copropriétaire d'une des mines les plus riches du Cerro Rico, reçut bien des *mitayos* en récompense de ses services. Le gouverneur Santelices lui permit de recevoir un quota de travailleurs forcés, invoquant pour cela de la qualité d'un modèle de bocard qu'il avait inventé en 1735⁹.
- 17 Dans la majorité des cas, les sources documentaires ne nous indiquent rien de la postérité de ces propositions d'inventions. Cependant, la liste des facteurs qui déterminent l'efficacité des transferts technologiques proposée par Svante Lindqvist (Lindqvist 1984 : 291-307)¹⁰ peut nous aider à évaluer les conditions aidant au développement de nouvelles techniques. Ainsi, les propositions de nouveaux procédés d'amalgamation à la fin du XVII^e siècle s'inscrivaient dans l'amélioration d'une technique déjà bien connue, testée et adaptée (facteur technique) et répondaient au manque de mercure, de force hydraulique ou de main-d'œuvre (facteur géographique), tout en ayant dans de nombreux cas un appui financier pour mener à bien la recherche (facteur économique).
- 18 Cependant, l'intégration d'experts extérieurs dans la société de Potosí et les conflits autour de la paternité des idées rendaient difficile la diffusion de l'innovation (facteur social). L'utilisation de l'innovation avant tout comme source de prestige et de récompenses extérieures menaçait la poursuite à long terme de la recherche (facteur culturel). Par ailleurs, la documentation indique une diminution des propositions d'innovation à partir du deuxième tiers du XVIII^e siècle. Cela s'explique sans doute par le contexte changeant : la confirmation de la mita en 1736 enlevait le risque pour les mineurs de perdre cette source de profits faciles et, de fait, il ne se trouvait plus dans

l'obligation de proposer des solutions techniques miracles à la Couronne à la place de la suppression de la mita. Par ailleurs, le retour de la croissance minière à partir de la décennie 1730 rendait moins pressant pour les entrepreneurs de réformer leurs pratiques, les bénéfices revenant d'eux-mêmes.

Un système de plus en plus sous tension au XVIII^e siècle

La croissance continue de la production d'argent

- 19 La décennie 1730 vit une reprise de la croissance minière à Potosí, laquelle se poursuivit jusqu'à la fin du siècle, pour atteindre près de 3 millions de pesos par an dans les années 1790 (Barragán Romano 2016 : 5). Ces chiffres, relativement bien connus grâce à l'étude des livres de taxation, ne prennent pas en compte l'argent vendu en contrebande, par définition difficile à évaluer. De ce fait, Enrique Tandeter a supposé que la reprise effective de la production pourrait avoir eu lieu dès les décennies 1710 et 1720, moment de forte contrebande française sur les côtes chiliennes et péruviennes, de celle anglaise après la paix de 1715 à travers les *navios de registro*, moment également d'affaiblissement du contrôle colonial en Amérique, de crise budgétaire de la Couronne et de déroute de la flotte commerciale espagnole dans le cadre de la Guerre de Succession d'Espagne.
- 20 Au même moment, le développement de *Minas Gerais* au Brésil fit baisser la valeur de l'or sur le marché mondial, rehaussant d'autant la demande en argent (Tandeter 1997 : 25-26). Par ailleurs, après une terrible épidémie qui ravagea les Andes entre 1718 et 1722 (Lane 2021), la population américaine ne cessa d'augmenter tout au long du XVIII^e siècle, stimulant par là même la production agricole et donc les extractions de métaux précieux dans le sillage de l'ensemble de l'économie. L'accélération du commerce transatlantique et sa relative libéralisation par les réformes bourbonnes furent un autre facteur stimulant pour l'industrie minière andine, notamment celle de Potosí (Tandeter 1997 : 135-136).
- 21 La demande en argent fut donc forte dès les premières décennies du XVIII^e siècle. D'autres facteurs d'importance vinrent la soutenir. En 1736, par le même décret confirmant l'institution de la mita, Philippe V accorda la réduction de l'impôt royal sur la production d'argent de 20 à 10 %. Ce mouvement de croissance fut également appuyé par la fin du monopole royal sur la fabrication de poudre et la reprise de la production de mercure de la mine péruvienne de Huancavelica à partir des années 1730 (Tandeter 1997 : 27-29). Cette dernière mine eut une production irrégulière au XVIII^e siècle, mais en moyenne bien plus importante qu'au siècle précédent. Elle fut bientôt appuyée par l'explosion de la production d'Almadén, la grande mine de mercure d'Espagne (Brown 2015 : 86-103).
- 22 De même, la rentabilité du travail indien ne cessa d'augmenter au XVIII^e siècle. Si les effectifs de la mita et la disponibilité de la main-d'œuvre libre restèrent stables tout au long du siècle, la charge de travail reposant sur les *mitayos* (appelée *tarea*, ou quantité de minerais à sortir des mines ou à broyer par jour) fut de plus en plus lourde, les forçant à travailler en dehors de leurs horaires normaux, à faire appel à leurs familles comme complément de travail, et parfois à sortir endettés de leur année de travail forcé. Si bien qu'Enrique Tandeter a calculé que l'augmentation des *tareas* fut la

principale cause au doublement de la production de Potosí entre 1740 et 1790, pour la même masse salariale (Tandeter 1997 : 56).

Les facteurs de crise : surexploitation et accaparement

- 23 Tout semblait donc assurer une forte croissance de Potosí dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, au détriment des Indiens *mitayos* certes, mais au bénéfice de la Couronne, des entrepreneurs, des marchands et, plus secondairement, des travailleurs indiens libres, mieux payés et aux charges de travail plus légères (Tandeter 1997 : 102-103). Pourtant, en avançant dans le XVIII^e siècle, les discours étaient de plus en plus pessimistes quant à l'avenir de Potosí. Les projets miniers proposés par les mineurs de la fin du siècle renvoient à un ton est très pessimiste, voire alarmiste face à une sensation de crise de plus en plus aiguë (Fuentes Bajo 1986). Ainsi, pour l'ouverture de l'Académie des mines de Potosí en 1779, le gouverneur Escobedo commença son discours en déclarant que :

« la Patrie, cette Villa Imperial, nous apparaît à tous écrasée par le besoin, accablée par le poids de ses dettes et arriérés : là-bas gémit un de vos concitoyens de la ruine de sa maison dans la pénible fatigue d'un labeur dans lequel il plaça ses désirs avec un espoir prometteur pour ne récolter d'autres fruits que ceux d'une triste désillusion ; ici pleure un autre du plaisir enfantin que la nature prend à tout à coup à cacher et dissiper les richesses que l'on pensait proches après tant de sueurs ; et, enfin, tous se lamentent de la pauvre rétribution qu'ils obtiennent pour leurs peines, si démesurées par rapport à la valeur des minerais » (Ovando-Sanz 1975 : 81)¹¹.

- 24 Si ce pessimisme relève autant du genre littéraire que de l'intérêt personnel des déclarants, il correspond également aux limites de plus en plus évidentes du système économique de Potosí, ce dont les contemporains prenaient peu à peu conscience. Cela s'expliquait tout d'abord par la baisse progressive de la valeur des métaux extraits : si, à la fin du XVI^e siècle, on pouvait extraire près de 11 kilogrammes d'argent par unité de 2,3 tonnes de minerai affiné, dans la seconde moitié du XVII^e siècle, on n'en tirait jamais plus de 3 kilogrammes, et entre 1 et 1,8 kilogramme après 1750. Il pouvait arriver de trouver de nouvelles veines ayant plus de valeur, comme dans les années 1710 ou au début des années 1750, mais celles-ci étaient rapidement épuisées.
- 25 Aussi, l'essentiel de l'exploitation au XVIII^e siècle reposait sur les *desmontes*, déchets miniers abandonnés dans et hors les mines pendant les deux siècles précédents. Considérés précédemment comme trop pauvres, ils devenaient rentables, faute de mieux (Tandeter 1997 : 19-21 et 117)¹². Ces *desmontes* étaient bien moins riches en argent, mais existaient en immenses quantités. Cependant, leurs volumes nécessitaient plus de main-d'œuvre pour les rassembler, les transporter et les broyer, soit plus de travail pour le même résultat (Tandeter 1991 : 96).
- 26 Or, nous l'avons vu, le nombre de *mitayos* disponibles resta à peu près le même au cours du XVIII^e siècle. Cela était dû à la croissance démographique des villages indiens, qui pouvait donc pallier l'absence des Indiens qui ne revenaient jamais de leur temps de *mita*. En effet, jusqu'à un tiers des *mitayos* préférerait abandonner ses terres communales pour s'installer à Potosí : cela leur permettait d'échapper au tribut des communautés rurales, à une nouvelle année de *mita* quatre à sept ans plus tard, et leur ouvrait la voie aux meilleurs salaires et au travail non discipliné des *mingas*, dont les entrepreneurs espagnols manquaient tout autant que de *mitayos*. De plus, les *mingas* étaient les

principaux adeptes d'une pratique tout à fait originale et réprouvée des propriétaires : les *barreteros*, affectés au travail de fond, laissaient de côté au cours de la semaine les dépôts de minerais les plus riches, et ne fournissaient aux entrepreneurs que les roches les plus pauvres. Puis, du samedi soir jusqu'au lundi matin, ils s'adonnaient au *kajcheo* : ils revenaient aux mines, en arrachaient les grilles et en faisaient fuir les éventuels gardes. Ils extrayaient ensuite les minerais les plus riches à leur compte. Ils étaient par là même considérés comme des voleurs par les entrepreneurs espagnols, qui perdaient les minerais de valeur et voyaient parfois leurs mines détruites, les *kajchas* n'ayant aucun scrupule à attaquer les murs porteurs.

- 27 Les autorités ne faisaient que peu d'effort pour limiter la pratique, tout d'abord par peur de la révolte des ouvriers (une tentative en 1750 déboucha sur la mort d'un meneur *kajcha* et une semaine de tumultes en ville) et parce que les petites quantités extraites par les *kajchas*, particulièrement riches, pouvaient représenter jusqu'à un tiers de la production totale d'argent de la ville (les *kajchas* payant tout de même la dîme royale). Les entrepreneurs finissaient eux-mêmes par l'accepter, car c'était aussi un moyen de retenir la main-d'œuvre à Potosí (Tandeter 1997 : 95-130)¹³.
- 28 Néanmoins, cela représentait d'importants revenus non captés par les entrepreneurs. Or, dans le même temps, ces derniers devaient payer des loyers de plus en plus forts aux propriétaires des *ingenios*, les grandes installations de traitement du minerai par amalgamation. En effet, le droit ibérique sur l'héritage forçait à diviser la propriété des biens entre tous les héritiers légitimes. Ainsi, la propriété des *ingenios* se trouvait de plus en plus fragmentée au fil du XVIII^e siècle, encourageant l'affermage et l'augmentation des loyers pour que tous les héritiers puissent y trouver leur compte.
- 29 La croissance de l'émigration espagnole en Amérique à partir de 1750 (Tandeter 1991 : 79) augmentait d'autant le nombre de jeunes entrepreneurs aventuriers arrivant à Potosí en quête de fortune immédiate et prêts à payer des loyers de plus en plus exorbitants. La valeur rentière des *ingenios* reposait dès lors toujours plus sur le nombre de *mitayos* qui leur était attribué, car il s'agissait du seul facteur dont on pouvait tirer plus de profits par l'augmentation des *tareas*, de la quantité de travail à fournir pour le même salaire. La marge de bénéfice des entrepreneurs-locataires étant toujours plus réduite, ils ne pouvaient rentrer dans leurs frais qu'en surexploitant cette main-d'œuvre, en négligeant les investissements à moyen et même court terme, et en encourageant l'exploitation des minerais à disposition, c'est-à-dire les *desmontes* et les murs porteurs des mines (Tandeter 1997 : 149-175).
- 30 Ainsi, si la production d'argent de Potosí doubla au XVIII^e siècle, la rente des propriétaires (de plus en plus absentéistes et installés à Lima) doubla également, jusqu'à représenter le double du profit des entrepreneurs-locataires. Le maintien de ce système reposait dès lors sur des minerais dont la valeur ne cessait de baisser et sur la surexploitation des *mitayos*, par définition limitée par leur nombre et leur capacité de travail (Tandeter 1997 : 178-181).

Tentative de réforme à partir des savoirs locaux

Santelices ou la rénovation forcée

- 31 Le problème de Potosí était donc triple : la baisse de la valeur des minerais, la surexploitation de la main-d'œuvre et la croissance de la rente locative. Concernant les

techniques, certains experts locaux commençaient à percevoir leurs limites et le contexte d'inertie technique. Les nouvelles venues d'Europe faisaient ressentir le retard croissant de l'industrie minière de Potosí, les conduisant à demander toujours plus de savoirs européens. Dès 1721, l'ingénieur français Luís Laduero de San Jorge proposa de construire une roue hydraulique reliée à des pompes pour drainer les eaux d'infiltration d'une des mines les plus riches du Cerro Rico : après un an de travail et d'importants investissements avancés par l'élite sociale locale, ce fut un échec total et il fut forcé de s'enfuir (Arzáns de Orsúa y Vela, Hanke, Mendoza L. 1965, vol. 3 : 130-140)¹⁴.

- 32 En 1735, l'entrepreneur minier de Potosí Pedro Prudencio Pérez, en collaboration avec un Anglais et deux ecclésiastiques¹⁵, construisit un nouveau type de bocard, capable de broyer deux fois plus de minerai que les modèles précédents (Arzáns de Orsúa y Vela, Hanke, Mendoza L. 1965, vol. 3 : 390-400)¹⁶. Ces deux exemples étaient ponctuels et s'appuyaient sur des Européens occasionnellement présents à Potosí. En 1747, le *visitador* Herbozo se fit plus pressant dans sa demande de savoirs extérieurs : il décrivit au Conseil des Indes le retard technique des mineurs de Potosí, qui conduisait à n'obtenir que le quart de l'argent présent dans le minerai. Pour surmonter cette défaillance, il demanda la traduction en espagnol d'un traité de Boerhaave récemment édité à Londres pour en envoyer 500 exemplaires à Potosí afin de remplacer le vieil *Arte de los Metales* de Barba (1640). Si cela devait s'avérer trop difficile, il proposa de faire de même avec des traités de minéralogie allemande (Tandeter 1997 : 206).
- 33 Les experts et entrepreneurs de Potosí découvraient également que les connaissances locales étaient trop limitées pour permettre l'amélioration concrète des techniques, surtout au regard de l'aventurisme croissant des nouveaux entrepreneurs (Tandeter 1991 : 80). Ainsi, en 1752, en réponse à une enquête sur les mines américaines, Pedro Prudencio Pérez proposa d'envoyer 24 étudiants en Hongrie¹⁷ afin d'y apprendre les techniques correctes de traitement des minerais, pour ensuite en destiner 12 aux mines du Pérou et 12 autres à celles de Nouvelle-Espagne. Il avait également entretenu une correspondance avec Martin Delgar, médecin-chirurgien français qui passa quelques années dans les Andes, pour lui demander d'aller voir de lui-même les mines de Hongrie afin d'en tirer un traité explicatif à destination de Potosí (Galaor, Gloner, Hausberger 1998 : 75-76)¹⁸. Nous savons également que l'arrivée de la commission d'experts dirigée par le baron de Nordenflicht en 1789 suscita beaucoup d'enthousiasme, pour ne pas dire d'euphorie, de la part des entrepreneurs et experts de Potosí (Buechler 1989 : 104).
- 34 Ces demandes en documentations techniques extérieures étaient favorisées et appuyées par l'arrivée de nouveaux gouverneurs réformateurs à partir de la moitié du XVIII^e siècle : ils devaient réaffirmer le pouvoir royal, ceci dans le cadre du début des réformes bourbonnes, mais surtout assurer un meilleur développement de l'industrie minière afin d'augmenter les revenus fiscaux (Contreras Carranza 2009 : 29-31). Dans le cas des mines andines, cela se voit notamment avec la nomination d'une figure des Lumières espagnoles, Antonio de Ulloa, au gouvernement de Huancavelica en 1758, avec comme objectif de réformer la production de mercure, restaurer la mine et lutter localement contre la corruption endémique (Pearce 1999 ; Ulloa 2016). À Potosí, le premier de ces réformateurs fut le juriste Ventura de Santelices : d'abord nommé pour réorganiser les emplois de la *Casa de la Moneda*, il resta au gouvernement de la ville de 1751 à 1762. Il est entré dans les mémoires locales pour son intransigeance, sa fermeté, son intégrité et son désir de rétablir l'autorité royale à Potosí. Il fut détesté par les

élites locales par sa volonté de les déposséder des postes de pouvoir (Buechler 1989 : 50-51).

- 35 Concernant les aspects techniques, ces législateurs savaient qu'ils ne disposaient pas des connaissances et compétences nécessaires pour rénover par eux-mêmes les pratiques locales. Aussi ils s'appuyèrent sur les savoirs andins qu'ils tentèrent de dynamiser et réformer. Entre autres domaines, Santelices travailla à activer la recherche en techniques minières et métallurgiques. Dès 1754, il organisa les débats pour déterminer le meilleur endroit où percer un *Socavón real* à la base du Cerro Rico, afin de recouper toutes les veines inondées. À cette occasion, les mineurs et experts de Potosí vinrent donner leur avis, suscitant de nombreux échanges et questionnements, ouvrant même la voie à l'idée (folle pour les moyens de l'époque) d'exploiter la montagne à ciel ouvert¹⁹. L'année suivante, il encouragea le mineur Nicolás Pacheco à présenter publiquement un nouveau modèle de concasseur à minerai faisant usage de la force animale : les autres mineurs invités débattirent du modèle, affirmèrent pouvoir l'améliorer et voulaient présenter des formules concurrentes²⁰.
- 36 Enfin, en 1757, il ouvrit une « Junte ou École » rassemblant les principaux experts mineurs et métallurgistes de la ville afin d'expérimenter de nouvelles techniques de fusion et avoir des réunions hebdomadaires pour discuter de toute pratique utile à l'exploitation de l'argent (Ovando-Sanz 1975 : 5-12)²¹. Cependant, nous n'avons pas de trace de la poursuite de ces divers projets : le *Socavón real* ne devait pas être commencé avant 1778, les concasseurs n'évoluèrent pas et les expérimentations de l'École (financées de force par la corporation des mineurs) cessèrent dès le départ de Santelices. La forte personnalité du gouverneur n'encouragea pas les entrepreneurs à conserver son héritage technique. Son successeur, Jaime de Sanjuste, réputé pour être corrompu, ne fit rien pour le développement technique. Par contre, son remplaçant, Pedro de Tagle, travailla à la modernisation des machines de monnayage de la *Casa de la Moneda* et proposa un nouveau modèle de bocard²². Il fut remplacé en 1777 par Jorge Escobedo, tout aussi désireux de réformer Potosí que Santelices et Tagle, mais bien plus diplomate vis-à-vis de la corporation des entrepreneurs miniers (Buechler 1989 : 51).

Escobedo ou le développement des potentialités locales

- 37 Escobedo faisait partie d'un groupe de fonctionnaires *visitadores* envoyés dans les Indes au cours des années 1770 afin d'instaurer toute une série de réformes touchant à tous les secteurs de la société et des autorités coloniales. La première consista en la réorganisation du Banco de Rescates, banque d'investissement minier. Celle-ci avait été fondée en 1747 par la propre corporation des mineurs de Potosí, sous le nom initial de *Compañía de los Azogueros*, afin d'organiser par eux-mêmes l'achat de mercure à la Couronne et la vente à celle-ci de leur production d'argent : auparavant, les marchands détenaient, grâce à leur contrôle du capital circulant, un monopole sur ces approvisionnements, ce qui provoquait la rancœur des mineurs depuis le XVI^e siècle. Cependant, le contrôle des capitaux du Banco par les mineurs les plus influents avait provoqué de nombreux détournements frauduleux des fonds. Les gouverneurs de la ville avaient normalement un droit de contrôle sur les comptes du Banco, mais leurs degrés variables de corruption rendaient cette gestion des plus aléatoires.
- 38 Ce n'est qu'en 1779 que le *visitador* Jorge Escobedo parvint à intégrer le Banco à la Couronne, mettant sa gestion sous le contrôle direct et entier du gouverneur. À partir

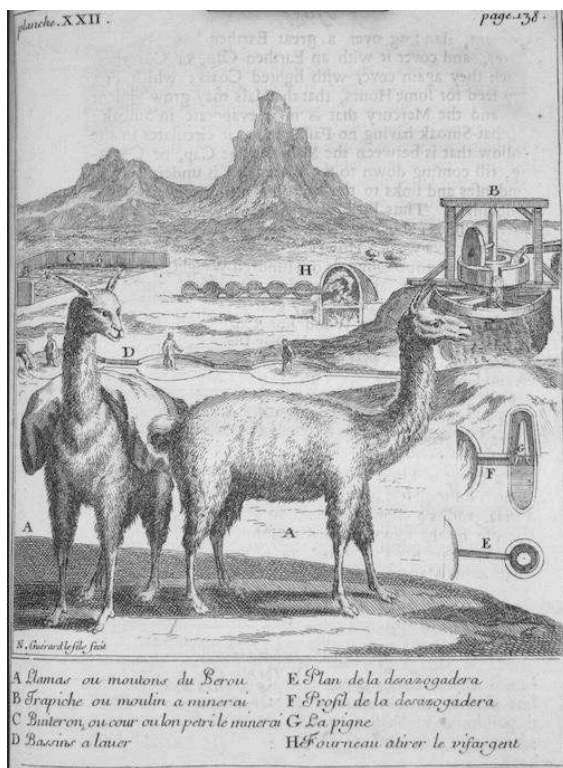
de cette date, l'institution fut plus régulée dans ses finances, permettant aux mineurs d'acheter le mercure à la Couronne à des prix réduits, de vendre leur production d'argent à un meilleur taux et d'accéder plus régulièrement au crédit, dans le but d'investir. Un taux d'achat plus avantageux de l'argent extrait des mines nouvellement ouvertes devait encourager la recherche de filons plus riches. Par ailleurs, la production des *kajchas* et *trapicheros* était achetée à plus faible prix, permettant de transférer une partie des gains de leurs vols souterrains aux propriétaires des mines (Buechler 1989 : 1-102).

- 39 Enfin, des aides annuelles et exceptionnelles avaient pour but de réguler les finances des entrepreneurs espagnols, de confirmer la position de ceux considérés comme techniquement qualifiés (pour éviter le nombre des locataires aventuriers) et de réduire la pression de la rente locative des installations. Cependant, les aides furent rapidement attribuées selon la taille de l'*ingenio* de traitement du minerai, sans regard sur l'expertise de son exploitant-locataire. Par ailleurs, les propriétaires continuèrent d'augmenter peu à peu les loyers. Si bien que, progressivement, les aides annuelles et exceptionnelles servirent aux exploitants à vivre, voire à payer leurs retards de loyers (Tandeter 1997 : 181-184). Il restait impossible d'investir dans de nouvelles excavations souterraines. La production continua de s'appuyer sur la seule exploitation de la main-d'œuvre *mitaya* (Tandeter 1991 : 91-95).
- 40 Escobedo s'intéressa également au développement technique, par la fondation d'une Académie des Mines. Le 10 février 1779, il réunit la corporation des mineurs de Potosí et leur fit un discours présentant son Académie. Après avoir dressé un portrait pitoyable de l'industrie minière de Potosí, il rappela aux entrepreneurs miniers présents devant lui que leurs propres ancêtres avaient fait la richesse de la *Villa Imperial* par leur travail et leur connaissance des minerais, ce que l'Académie et École des Mines pourrait leur apporter à nouveau. Il donna ensuite une série d'exemples historiques de l'intérêt des progrès technologiques, notamment pour l'amalgamation, les traitements métallurgiques, la géométrie souterraine, la minéralogie, etc. Il fit également référence aux progrès techniques européens, notamment
- « à la simple vapeur de l'eau bouillante [qui] active des roues et des perches de taille extraordinaire pour ainsi soulever des quantités d'eau énormes jusqu'à la superficie du sol ».
- 41 Cette grande rénovation technique était possible à Potosí :
- « les moyens pour réussir une entreprise qui pour le moment vous apparaîtra si vaste sont la constance et les expériences qui avec le temps et le recours aux livres facilitent l'instruction qui a tant fait défaut » (Ovando-Sanz 1975 : 92)²³.
- 42 Suite à cela, il exposa les Ordonnances de l'Académie qui prévoyaient des heures d'enseignement pour les enfants des principaux membres de la corporation, la copie et l'apprentissage de l'*Arte de los Metales* de Álvaro Alonso Barba (1640) et des expériences à mener régulièrement dans les *ingenios* de la ville. Si le discours d'ouverture et le règlement de cette Académie ont été conservés, nous ne savons presque rien de son fonctionnement ultérieur, hormis qu'elle n'eut qu'un seul professeur, le *beneficiador* d'origine portugaise Antonio Silva, qu'Escobedo considérait comme parmi les plus habiles et respectables experts de la province (Gato Castaño 1994). Cependant, malgré la formalisation plus avancée de cette Académie (en comparaison avec le projet de Santelices) et l'encouragement d'Escobedo envers son successeur dans le but de

conserver une institution si utile, il ne semblerait pas que l'Académie ait vécu plus de quelques années.

- 43 Déjà en 1787, le nouveau gouverneur Manrique proposait la fondation d'une nouvelle École (Gavira Márquez 2019 : 30-31). Ce dernier, pour sa part, fit son possible pour engager un ingénieur capable de mener à bien l'œuvre du *Socavón real*, repris quelques années auparavant, mais le lieutenant de marine que lui envoya Lima s'avéra s'intéresser avant tout à son profit personnel, orientant les plans de percement souterrains en fonction de ses intérêts. Dans le même temps, Manrique fit construire un nouveau modèle de moulin concasseur selon les dessins transmis par le voyageur français Amédée François-Frézier au début du siècle, ce dernier l'ayant observé sur les côtes chiliennes (Buechler 1989 : 95-97). Nous ne savons cependant rien de la postérité qu'eut cette proposition de Manrique.

Fig.1 - Bocard sur les côtes du Chili au début du XVIII^e siècle



Amédée-François Frézier, Relation du voyage à la Mer du Sud, planche XXII, p. 138, 1716, disponible en ligne : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planche_XXII.jpg?uselang=fr, consulté le 23 février 2023.

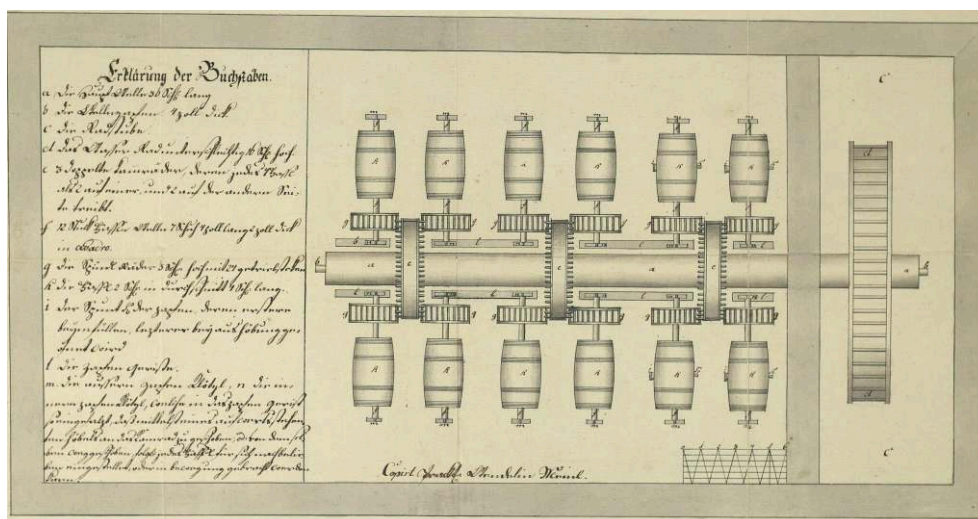
- 44 Si nous reprenons à nouveau les facteurs de Lindqvist, nous pouvons voir que les tentatives d'amélioration technique de cette période 1750-1780 étaient bien plus adaptées à la situation technologique de Potosí. En effet, elles portaient avant tout sur des pratiques déjà bien connues (galeries d'écoulement, concassage, amalgamation) ou bien proposaient d'importer des savoirs issus des techniques européennes, sans les imposer localement (facteur technique). Ces propositions d'amélioration restaient adaptées aux ressources naturelles disponibles (facteur géographique) et à l'ordre social de Potosí, puisqu'il s'agissait de s'appuyer sur les capacités locales à l'innovation ou de former les experts andins dans des écoles des mines (facteur social).

- 45 Par ailleurs, tant les gouverneurs que les entrepreneurs semblaient avoir pris conscience des limites techniques qu'il fallait surmonter pour donner un nouveau souffle à Potosí (facteur culturel). Cependant, la pression de la rente locative sur les entrepreneurs miniers les forçait à rechercher un profit immédiat : ils utilisaient dès lors les subsides du Banco de Rescates avant tout pour rembourser leurs dettes et bien peu pour investir au long terme, que ce soit par la recherche de nouveaux gisements ou par le soutien durable aux écoles et académies (facteur économique). Par là même, la Couronne en vint à considérer que les entrepreneurs de Potosí ne voulaient pas réformer leurs pratiques, alors qu'ils en étaient en réalité financièrement incapables.

De l'imposition d'un modèle à l'effondrement d'un système

- 46 Du fait des rapports envoyés depuis Potosí au cours de la décennie de 1770, les ministres de la Couronne (et en particulier le puissant ministre des Indes José de Gálvez) étaient de plus en plus convaincus du retard technique qui régnait dans les colonies²⁴. L'interventionnisme technique métropolitain ne fit que croître, thème qui a déjà suscité de nombreuses recherches historiques. Déjà au début de la décennie 1750, la Couronne avait commissionné un marchand et entrepreneur minier de Potosí, Miguel Antonio de Escurrechea, pour acheminer vers le Haut-Pérou du mercure d'Almadén afin de l'expérimenter devant les experts locaux et leur prouver son équivalence avec celui de Huancavelica²⁵. À partir des années 1780, elle ordonna (notamment à Escobedo) de mener des expériences pour envisager le remplacement de l'amalgamation par la fusion : le perfectionnement de cette dernière pratique en Europe centrale, l'assimilation de l'amalgamation au supposé retard américain et les limites d'approvisionnement en mercure en temps de guerre faisaient considérer que la fusion serait la solution au problème technique andin (Hausberger 2009 : 619-620 ; Mira Delli-Zotti 2000 : 394-397). L'invention d'une machine d'amalgamation européenne devait changer cette perspective (fig.2).

Fig. 2 - Machine d'amalgamation de Born, vers 1788



Archivo General de Indias, Mapas-Minas, 28, disponible en ligne : <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/description/21782?nm>, consulté le 23 février 2023.

- 47 En effet, en 1785, l'ingénieur autrichien Ignaz von Born inventa une nouvelle machine de traitement des minerais d'argent par amalgamation : il s'agissait de tambours rotatifs dans lesquels était disposé le minerai préalablement chauffé avec du mercure. Ce procédé, consommant moins de mercure que l'amalgamation au sol employée en Amérique, ne prenant que 24 à 48 heures au lieu de quatre à six semaines dans les Andes, n'était en réalité que la réadaptation du procédé inventé par Alonso Barba à Potosí dans la première moitié du XVII^e siècle.
- 48 La Couronne, pensant avoir trouvé la solution idéale aux problèmes de l'industrie minière péruvienne, engagea un groupe de techniciens centre-européens pour aller y diffuser la machine de Born et moderniser l'ensemble des techniques minières et métallurgiques. Cette expédition minéralogique, dirigée pour son contingent andin par le baron Nordenflicht, a suscité un grand intérêt historiographique, notamment du fait de son échec global. En effet, la machine de Born était inadaptée aux conditions socio-économiques et aux spécificités du minerai des Andes. Les experts centre-européens furent victimes des conflits de pouvoir locaux, du rejet croissant des savoirs européens par les techniciens andins, mais aussi de leur arrogance en tant que savants des Lumières, malgré leur incapacité à adapter les modèles européens aux conditions américaines (Hausberger 2009).
- 49 Ainsi, l'enthousiasme des entrepreneurs et experts de Potosí à l'arrivée de Nordenflicht en 1789 céda peu à peu la place au doute, à la méfiance puis à un rejet total. Les experts européens s'acharnèrent à soutenir la machine de Born alors que les essais démontrèrent qu'elle était finalement moins rentable que l'amalgamation traditionnelle. Ils tentèrent également d'éduquer les experts aux nouvelles sciences locales, mais se heurtèrent aux *beneficiadores*, qui y voyaient une menace contraire à leurs avantages et à la préservation de leurs connaissances. Ils annoncèrent également que le *Socavón real* entrepris jusqu'à présent était mal dirigé et inutile. Leurs travaux pour en percer un nouveau ne donnèrent aucun résultat. L'expédition minéralogique quitta donc Potosí en 1790, pour essayer les mêmes échecs dans le reste du Pérou (Buechler 1989 : 103-150).
- 50 Si nous reprenons une dernière fois les critères de Lindqvist, le transfert de la machine de Born était voué à l'échec. Il s'agissait d'un dispositif tout à fait récent, qui commençait à peine à se diffuser et être testé en Europe, par conséquent un appareil trop novateur pour être facilement adapté aux conditions andines (facteur technique). Par ailleurs, il nécessitait beaucoup de bois tant comme combustible que pour les ouvrages de charpente (compétence qui, de plus, manquait dans les Andes) et de grandes réserves de mercure, bien qu'il soit censé en consommer moins en cours de processus : autant de ressources non disponibles localement (facteur géographique).
- 51 Sans surprise, les deux machines de Born construites excédèrent grandement le coût de fabrication annoncé initialement : ni les entrepreneurs miniers qui avaient d'abord accepté de soutenir la construction, ni le Banco de Rescates qui avait reçu l'ordre de financer les coûts de l'expédition, ne souhaitaient plus avancer un seul pesos (facteur économique). En outre, l'irruption des experts européens menaçait l'ordre social local : du fait de leurs ordres métropolitains, ils se considéraient comme étant autonomes vis-à-vis des autorités et élites locales ; ils renvoyaient les experts de Potosí au rang de praticiens incompetents, et l'on assista même à un boycott des Indiens *mingas* qui refusaient de travailler à des machines qui menaçaient leur autonomie salariale (facteur social).

- 52 Enfin, aspect particulièrement travaillé par Bernd Hausberger, le fiasco de cette machine à Potosí résidait dans sa propre création par Born : en effet, ce dernier savait sans doute qu'il n'avait fait que réadapter le modèle inventé par Barba à Potosí un siècle et demi plus tôt, et qui ne s'était pas diffusé du fait de sa même inadéquation aux minerais et conditions socio-économiques locales. Malgré cela, Born, Nordenflucht et les autres experts centre-européens étaient convaincus de la supériorité de l'innovation européenne, dans un contexte d'impérialisme scientifique et de théorie de la dégénération du Nouveau Monde. En fait, ils constituaient des missionnaires des Lumières, dotés d'une foi illimitée dans le progrès scientifique européen, sans prendre en compte les contextes historiques, sociaux, culturels, économiques ou juridiques (Hausberger 2009 : 629-647).
- 53 Cet échec de l'expédition de Nordenflucht à Potosí réorienta les tentatives de réforme vers des aspects bien plus juridiques et socio-économiques. Ainsi, les gouverneurs Juan del Pino Manrique et Francisco de Paula Sanz ainsi que le juriste et principal penseur des réformes Pedro Vicente Cañete tentèrent de réformer les conditions d'exploitation, résolument en faveur des exploitants miniers. Ils adaptèrent les nouvelles *Ordenanzas de minería de Nueva España* instaurées au Mexique en 1783 aux problématiques de Potosí : examen d'entrée des locataires pour éviter les mineurs aventuriers, ouverture d'un séminaire de formation à la technique minière et métallurgique, limitation des affermages sur les *ingenios* par la taxation, plus grande vigilance étatique sur l'utilisation des *mitayos* et régulation de leurs *tareas* pour éviter la surexploitation. À l'issue des négociations avec la corporation minière de Potosí, ce plan de réforme aboutit en 1794 à un *Código Carolino*, proposition de réforme intégrale de l'industrie minière de Potosí.
- 54 Ce nouveau plan était moins exigeant que les intentions originales quant à la restriction de la surexploitation de la main-d'œuvre. Il consistait essentiellement en la limitation de la rente locative et le passage de 4 100 *mitayos* annuels à 8 000. Cette proposition, entièrement pensée en faveur des entrepreneurs miniers de Potosí, déclencha un ouragan d'oppositions en dehors de la Villa. Tout d'abord par les propriétaires absentéistes qui voyaient leurs rentes restreintes : ils protestèrent en se considérant comme les véritables entrepreneurs alors que les locataires n'étaient rien de plus que des aventuriers irréfléchis. En tant que membres de la plus haute bourgeoisie des Indes, installés dans les capitales d'Audience ou de Vice-Royauté, ils avaient un poids politique considérable. Mais le doublement de la mita fut le point qui suscita l'opposition la plus féroce. Victorián de Villava, procureur de l'Audience de Charcas et défenseur général des Indiens (*protector general de indios*), mit en place une alliance de tous les opposants au projet : ennemis personnels de Sanz et Cañete, propriétaires absentéistes, curés des paroisses indiennes et gouverneurs locaux qui voulaient garder localement la main-d'œuvre forcée. De plus, l'annonce de l'augmentation de la mita provoqua de nombreux troubles dans les campagnes, en particulier dans la province de Chayanta, principale concernée par l'augmentation, qui précisément avait été un cœur du soulèvement général indien de 1781. La crainte de voir resurgir une telle révolte, ajoutée aux pressions des divers groupes d'intérêt, conduisit au rejet du *Código* par la commission d'évaluation madrilène en 1797 (Tandeter 1997 : 191-230).
- 55 Cet ultime échec confirma que le système de Potosí était déjà à bout de souffle, comme le montrent les chiffres de production à son apogée entre 1775 et 1795, en dents de scie,

juste avant la chute finale. En 1796, les immenses réserves de *desmontes* des siècles passés s'épuisaient, forçant les entrepreneurs à exploiter les parois des mines, ce dont ils étaient financièrement incapables. Par ailleurs, les guerres en Europe rendaient de plus en plus difficile l'approvisionnement en mercure : la production de Huancavelica, au Pérou, s'était effondrée et ne pouvait plus subvenir aux besoins des mines andines. Les entrepreneurs espagnols s'enfonçaient dans le surendettement auprès du Banco, tandis que les discours d'opposition à la mita avaient amorcé la fuite des *mitayos* ou leur rétention par leurs autorités locales. Des années particulièrement peu pluvieuses au début du XIX^e siècle provoquèrent l'arrêt des machines hydrauliques de Potosí, et plus globalement sécheresse, disette, crise économique et, in fine, épidémies. L'industrie minière de Potosí ne parvenait pas à se relever de ces secousses quand Napoléon envahit l'Espagne en 1808, coupant l'approvisionnement en mercure d'Almadén, renversant la légitimité monarchique et entraînant l'Amérique espagnole dans quinze années de guerre civile vers l'Indépendance. L'exploitation minière de Potosí devait rester minime jusqu'en 1873 (Tandeter 1997 : 231-245).

Conclusion

- 56 L'étude de l'industrie minière de Potosí au XVIII^e siècle nous renseigne sur la discontinuité des cycles et l'évolution des aspects de la crise minière qui la caractérise. Alors que les chiffres de production témoignaient d'une nouvelle prospérité de Potosí dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, la crise et les blocages socio-économiques semblaient de plus en plus proches, du fait d'une croissance sans bornes de la rente locative reposant uniquement sur la surexploitation de la main-d'œuvre. Pour pallier ces problèmes, des réformes juridiques et financières furent tentées, sans succès. Elles ne firent que rallonger de quelques années la durée de vie de ce système (dans le cas des aides du Banco) ou en provoquèrent la chute (effondrement de la mita à la suite du Código Carolino).
- 57 De nombreuses réponses techniques furent également apportées à la crise de Potosí, puisque les experts locaux, les gouverneurs et finalement les autorités métropolitaines se rendaient de plus en plus compte du besoin de renouveler les pratiques minières et métallurgiques andines. Selon les périodes, les porteurs de ces propositions d'amélioration ou d'innovation évoluèrent. Aucun ne parvint à véritablement transformer les techniques locales, pour des raisons différentes. Les entrepreneurs et experts locaux annoncèrent de nouveaux procédés d'amalgamation. Ils cherchaient avant tout des gains personnels, des arguments pour s'élever dans l'ordre social ou, plus simplement, une diversion face aux propositions de suppression de la mita. À partir de la moitié du XVIII^e siècle, des gouverneurs illustres furent envoyés pour rénover les pratiques tout en continuant de s'appuyer sur les innovations locales, mais celles-ci restaient entravées par le manque de fonds en faveur de l'investissement technique. Quand la Couronne cessa complètement d'avoir confiance dans les savoirs andins, elle envoya des experts européens, incapables de revoir leur approche de la question ainsi que la technologie qu'ils étaient chargés d'implanter coûte que coûte²⁶.
- 58 À ces différents facteurs d'échec, il faut ajouter l'ampleur croissante des rénovations proposées pour les techniques minières et métallurgiques. En effet, si nous reprenons les trois degrés d'innovation tels que proposés par Anne-Françoise Garçon (Garçon 1997 : 34-36), nous pouvons constater que les tentatives de rénovation technique de

Potosí furent de plus en plus ambitieuses. À la fin du XVII^e siècle, les améliorations des procédés d'amalgamation correspondent à des innovations courantes : il s'agit de réorganisations, de gestes du quotidien, de micro-perfectionnements et de tentatives parfois régressives en vue d'augmenter la rentabilité de l'entreprise. Le degré supérieur est celui des innovations architecturantes : ce sont de nouvelles pratiques ou machines qui, sans pour autant renouveler complètement le système technique, apportent une structure de production plus pertinente. Nous pouvons voir ce type d'innovations au milieu du XVIII^e siècle avec le percement du *Socavón real* ou de nouveaux types de bocard. Enfin, la machine de Born pourrait être placée entre l'innovation architecturante et révolutionnaire, cette dernière renouvelant entièrement un système technique (à l'image de la machine à vapeur ou de l'électricité). La machine de Born, si son installation à Potosí avait été couronnée de succès, n'aurait certes pas entièrement révolutionné l'industrie minière de la ville, mais elle aurait eu un impact profond sur les modes de pensée techniques et économiques, introduisant par là même des calculs chimiques et mécaniques et une comptabilité prévisionnelle des coûts de construction. La croissance de l'importance des changements techniques entre ces trois moments est certes le reflet du besoin de plus en plus pressant de renouveler les pratiques locales, mais il rendait d'autant plus difficile la réussite desdits changements.

- 59 Cette leçon ne fut cependant pas retenue par la suite. Après l'effondrement de la production au tournant du XIX^e siècle, les guerres civiles d'Indépendance scellèrent la fin du système minier espagnol de Potosí par la suppression de la *mita* et des aides du Banco de Rescates. À la proclamation définitive de l'Indépendance en 1825, la ville et son industrie minière étaient moribondes.
- 60 C'est alors que, dans un climat de fièvre spéculative, se forma à Londres la *Potosí, La Paz and Peruvian Mining Association*. Cette société par actions d'un capital d'un million de livres rêvait d'exploiter les légendaires mines du Cerro Rico, à présent libérées du joug colonial espagnol. Portée par le même mépris que Nordenflicht et ses collègues et convaincue également de l'efficacité des tambours de Born, la direction embaucha le baron de Czettritz pour en diriger les aspects techniques. Elle recruta des ouvriers spécialisés anglais (pourtant peu accoutumés aux mines métalliques), rassembla du matériel et des machines à envoyer en Bolivie. L'entreprise fut très vite victime de l'explosion de la bulle spéculative londonienne, lui retirant toute liquidité. Par ailleurs, elle ne pouvait plus asseoir sa rentabilité sur la main-d'œuvre *mitaya*. Selon Enrique Tandeter, cet exemple est une preuve supplémentaire que la *mita* était le fondement de l'industrie minière de Potosí au XVIII^e siècle (Tandeter 1997 : 248-257). L'implantation sans adaptation de technologies extérieures, marquée par une croyance aveugle dans la capacité de diffusion du progrès européen, ajoutée à la faiblesse du soutien financier et de l'intégration sociale locale, semblent bien faire de la *Potosí, La Paz and Peruvian Mining Association* une réplique de l'expédition Nordenflicht.

BIBLIOGRAPHIE

ARZÁNS DE ORSÚA Y VELA, Bartolomé, HANKE, Lewis edt et MENDOZA L., Gunnar edt. *Historia de la villa imperial de Potosí*. Providence, R.I. : Brown University Press, 3 vol, 1965.

BAKEWELL, Peter John. *Silver and Entrepreneurship in Seventeenth-century Potosí : The Life and Times of Antonio López de Quiroga*. University of New Mexico, 1988.

BARGALLÓ, Modesto. *La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial*. Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey. 1969.

BARRAGÁN ROMANO, Rossana. Dynamics of Continuity and Change : Shifts in Labour Relations in the Potosí Mines (1680–1812). *International Review of Social History*. 2016. vol. 61, n° S24, p. 93-114. DOI 10.1017/S0020859016000511.

BROWN, Kendall W. *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial : producción, mercados y trabajo*, Banco Central de Reserva del Perú, 2015.

BUECHLER, Rose Marie. *Gobierno, minería y sociedad : Potosí y el « renacimiento » borbónico, 1776-1810*, Biblioteca Minera Boliviana, 1989.

CONTRERAS CARRANZA, Carlos. Transferencia de tecnologías e Imperio. El caso de la minería andina en el siglo XVIII. *Diálogo Andino*. 2009. n° 33, p. 29-42.

CONTRERAS CARRANZA, Carlos. 2010. La minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. *Chocano, Contreras, Quiroz, Mazzeo, Flores, Economía del período colonial tardío*, 2010, Instituto de Estudios Peruanos, p. 103-168.

DE CARVALHO, Francismar Alex Lopes. Between Potosí and El Dorado : arbitrisimo and political communication in early seventeenth-century Peru. *Colonial Latin American Review*, 2020, vol. 29, n 1, p. 47-72. DOI 10.1080/10609164.2020.1721745.

FUENTES BAJO, María Dolores. Las ultimas manifestaciones del proyectismo en la minería peruana. *Historiografía y Bibliografía Americanista*, 1986. vol. XXX, n° 1, p. 3-32.

GALAOR, Isabel, GLONER, Daniela, et HAUSBERGER, Bernd. *Las minas hispanoamericanas a mediados del siglo XVIII : informes enviados al Real Gabinete de Historia Natural de Madrid*. Frankfurt am Main, Madrid : Vervuert ; Iberoamericana. Berliner Lateinamerika-Forschungen, 1998.

GARÇON, Anne-Françoise. À propos du complexe technique minéro-métallurgique armoricain. *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest*, 1997. vol. 104, n 3, p. 23-38. DOI 10.3406/abpo.1997.3936.

GARÇON, Anne-Françoise. *Mine et métal : 1780-1880, les non-ferreux et l'industrialisation*, Presses Universitaires de Rennes, 1999.

GARÇON, Anne-Françoise. Archéologie de l'ingénieur libéral : les mines et la technique en France, 1760-1820. *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 2016-2017, vol. XV, p. 203-219.

GATO CASTAÑO, Purificación. La academia de metalurgia de Potosí, obra del ilustrado Jorge Escobedo, 1775-1785. *Minería y metalurgia. Intercambio tecnológico y cultural entre América y Europa durante el periodo colonial español*. Muñoz Moya y Montraveta. Sevilla-Bogotá. 1994, p. 175-204.

- GAVIRA MÁRQUEZ, María Concepción. La Academia de minas de Potosí. La corta trayectoria de una institución minera, 1779-1782. *Diálogo andino*, 2019 N 58, p. 23-41. DOI 10.4067/S0719-26812019000100023.
- GONZÁLEZ CASASNOVAS, Ignacio. *Las dudas de la Corona : la política de repartimientos para la minería de Potosí, (1680-1732)*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), Centro de Estudios Históricos. Biblioteca de Historia de América, 2000.
- GUZMÁN, Juan David Montoya. Circulación y apropiación de saberes mineros entre América y Europa. Los arbitrios del capitán Martín de Ocampo, 1605-1625. *Varia Historia*. diciembre 2022. vol. 38, n° 78, p. 791-822. DOI 10.1590/0104-87752022000300007.
- HAUSBERGER, Bernd. El Universalismo Científico Del Barón Ignaz Von Born Y La Transferencia De Tecnología Minera Entre Hispanoamérica Y Alemania a Finales Del Siglo XVIII. *Historia Mexicana* 2009, vol. LIX, n° 2, p. 605-668.
- LANE, Kris E. *Pandemic in Potosí : fear, loathing, and public piety in a colonial mining metropolis*, The Pennsylvania State University Press. Latin American originals, 2021.
- LINDQVIST, Svante. *Technology on Trial. The Introduction of Steam Power Technology into Sweden, 1715-1736*, Uppsala Studies in History of Science 1, 1984.
- LOHMANN VILLENA, Guillermo. La minería en el marco del virreinato peruano. Invenciones, sistemas, técnicas y organización industrial. *Congreso Internacional de Minería. La Minería hispana e iberoamericana, 1970*, Cátedra de San Isodoro. León. p. 639-656.
- MIRA DELLI-ZOTTI, Guillermo. 1991. Misiones mineras a América en la segunda mitad del siglo XVIII. Diez, A., Mallo, T., Pacheco, D. Y Alonso, A. (coords.), *La ciencia española en Ultramar*, 1991, Doce Calles, p. 113-117.
- MIRA DELLI-ZOTTI, Guillermo. *El procedimiento de amalgamación de Born y la producción de plata en América. Hombres, técnica, plata : Minería y sociedad en Europa y América. Siglos XVI-XIX*, 2000, p. 391-403.
- OVANDO-SANZ, Guillermo. *La academia de minas de Potosí 1757-1970 : ensayo documental*. Academia Boliviana de la Historia. Publicaciones del Banco Central de Bolivia, 1975.
- PEARCE, Adrian J. Huancavelica 1700-1759 : Administrative Reform of the Mercury Industry in Early Bourbon Peru. *The Hispanic American Historical Review*, 1999, vol. 79, n° 4, p. 669-702. DOI 10.1215/00182168-79.4.669.
- SALAZAR-SOLER, Carmen. Minería y moneda en la época colonial temprana. In Héctor O. Noejovich, Carmen Salazar-Soler, Margarita Suárez [y otros...], editor, *Compendio de historia económica del Perú II : economía del período colonial temprano*. Instituto de Estudios Peruanos. 2009, p. 109-228.
- TANDETER, Enrique. Propiedad y gestión en la minería potosina de la segunda mitad del siglo XVIII. In *El sistema colonial en la América española*. Critica. 1991, p. 73-101.
- TANDETER, Enrique. *Coacción y mercado : la minería de plata en el potosí colonial 1629-1826*. Cusco : Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolome de las Casas. Archivos de historia andina, 1992.
- TANDETER, Enrique. *L'argent du Potosí : coercion et marché dans l'Amérique coloniale*. Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 1997.
- ULLOA, Antonio de. 2016. *Relación de gobierno del Real de Minas de Huancavelica (1758-1763)*. Banco Central de Reserva del Perú, Instituto de Estudios Peruanos. Historia económica, 2016.

NOTES

1. « Ville de Potosí », Unesco, Convention du patrimoine mondial, <https://whc.unesco.org/fr/list/420/>, consulté le 16 juin 2023.
2. Son principal ouvrage est en cours de finalisation.
3. *Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia* de Sucre (ABNB), Minas 146/6, fl. 1v.
4. Il ne m'a pas été possible de localiser ce texte.
5. ABNB, Rück, 80.
6. VALDÁRRAGO Juan Ramos, « De la generación de los metales y sus compuestos », dans GONZÁLEZ HERNÁNDEZ Tomás, *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla*, Tomo II, 1832, p. 387-424, et Archivo General de Indias de Séville (AGI), Charcas, 417, L8, fl. 75r-76v.
7. ABNB, Escrituras públicas, 431, fl. 60r-60v.
8. AGI, Charcas, 420, L9, fl. 58v-59v.
9. AGI, Lima, 643, Lettre de Santelices, à Potosí le 29 juillet 1752. Notons également qu'il existe une très nombreuse documentation sur ce personnage à l'AGI et à l'ABNB, signe notamment de son statut social.
10. Svante Lindqvist propose cinq facteurs déterminants le succès ou l'échec des transferts technologiques d'un territoire à l'autre (dans son cas d'étude, l'introduction de la machine à vapeur en Suède au début du XVIII^e siècle) ; cependant je pense que ces cinq facteurs peuvent s'appliquer au développement local de nouvelles technologies. Ces cinq facteurs sont ceux techniques (le développement ou l'implantation d'une nouvelle technologie demandent toujours de lourdes adaptations, d'autant plus complexes quand cette nouvelle technologie est particulièrement novatrice et sophistiquée, donc déjà peu testée auparavant), géographiques (disponibilité des ressources naturelles, pression sur celles-ci, à laquelle nous pourrions ajouter la disponibilité en main-d'œuvre), économiques (appui financier continu et à long terme, pour permettre des transferts et développements technologiques par définition coûteux), sociaux (adaptation de la nouvelle technologie à l'ordre social local, intégration dans celui-ci des experts extérieurs) et culturels (motivations personnelles des acteurs au-delà du gain financier, notamment le statut et prestige social, ainsi que leurs idées culturellement conditionnées de l'origine du développement technologique).
11. « *La Patria, esta Villa Imperial, se nos presenta a todos oprimida en sus necesidades, agobiada con el peso de sus deudas, y atrasos : allí gime uno de vuestros conciudadanos la ruina de su casa en la penosa fatiga de una labor que con halagüeñas esperanzas empeñó sus deseos para no lograr otros frutos que los de un triste desengaño ; aquí llora otro los repentinos juguetes con que la naturaleza en un momento oculta y desvanece al primer paso las riquezas de una mina, que después de muchos sudores, empezaba a mostrarse agradecida ; y, en fin, todos gritan y lamentan la escasa retribución que experimentan sus tareas, con la ingrata correspondencia de los metales* » (traduction de l'auteur).
12. Selon les chiffres d'Enrique Tandeter : 50 marcs par *cajón* de 50 quintaux à la fin du XVI^e siècle, 12-13 marcs par *cajón* dans la seconde moitié du XVII^e, et 4-8 marcs par *cajón* dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.
13. Sur cette question du *kajcheo*, voir les travaux parus et à paraître de Rossana Barragán.
14. Arzáns, qui est témoin et la seule source de cette histoire, nous indique qu'il était originaire de la « cour de Paris ». Je n'ai pu identifier qu'une seule autre source documentaire à son propos, mais il ne s'agit que d'une écriture de pouvoir, signée à Santiago du Chili en 1715 sous le nom « Luis Ladoyre de Ste Gorge » (Archivo Nacional Histórico de Santiago du Chili (ANH), *Escribanos*, vol. 476, fl 48 r-v).
15. Arzáns ne nous dit malheureusement rien de cet Anglais et ces deux ecclésiastiques. Le premier pourrait être un certain Juan de Neish, Écossais installé à Potosí entre 1732 et 1758 (au moins), et dont le nom revient dans certains documents (notamment à propos du projet

d'exploiter le *Cerro Rico* à ciel ouvert, au moment duquel il affirme avoir déjà inventé des bocards plus performants, et il est membre de l'éphémère École de Santelices, voir plus bas).

16. Nous savons cependant que cette machine fonctionnait encore en 1754, selon les propres dires de Prudencio (Galaor, Gloner, Hausberger 1998, p. 77).

17. Il ne donne pas plus d'indications géographiques, aussi il est impossible de déterminer s'il parle de la Hongrie actuelle ou de Basse-Hongrie, c'est-à-dire de la Slovaquie actuelle.

18. À noter que cette proposition de Prudencio ne lui est pas spécifique : entre 1769 et 1773, Rafael Fluxa et Pedro Jimenez de Morales, travaillant vraisemblablement ensemble dans les mines de Bombom, province de Tarma, sur la côte péruvienne, proposèrent respectivement d'aller en Allemagne personnellement visiter les mines pour en rapporter de nouvelles pratiques, et de faire venir deux experts de Saxe ou de Hongrie à ses frais pour enseigner les techniques centre-européennes au Pérou. Voir AGI, Lima, 869 et 988.

19. AGI, Charcas, 480.

20. AGI, Charcas, 456, n. 13.

21. AGI, Charcas, 470, n. 29.

22. *Biblioteca Nacional del Perú* de Lima (BNP), *Fondo Antiguo*, C2525 sur ses propositions de machines de monnayage. AGI, Lima, 709, n. 31 sur son nouveau modèle de bocard.

23. « *Los medios para lograr esta empresa que hoy os parecerá tan vasta, son la constancia y experiencias que con el tiempo y uso de los libros faciliten la instrucción de que se ha carecido* » (traduction de l'auteur).

24. Guillermo Mira conteste cette idée, affirmant que la Couronne savait que les techniques présentes dans les Andes étaient les plus adaptées, mais voulait à tout prix économiser du mercure, ce qui passait par la machine de Born (Mira Delli-Zotti 1991).

25. AGI, Charcas 435 et 573, et de nombreuses autres références détaillent sa mission dans les Andes.

26. À de rares exceptions près. Notons par exemple que le responsable de l'expédition minéralogique pour la Nouvelle-Espagne, Sonneschmidt, recruté dans les mêmes conditions que Nordenflicht, se rendit vite compte de l'inadéquation de la machine de Born à l'industrie minière mexicaine. Il reconnut en 1825, dans son *Traité de l'amalgamation en Nouvelle-Espagne* : « je n'ai pas honte de déclarer qu'en dix ans de travail, je n'ai pas pu introduire, ni la purification de M. de Born, ni une autre méthode préférable à celle du *patio* [au sol dans les *ingenios*] » (« *a lo menos no tengo embarazo de declarar que con diez años de trabajo, no he podido lograr el introducir, ni el beneficio de M. de Born, ni otro método preferible al del patio, por mas arbitrios que he empleado* », traduction de l'auteur).

RÉSUMÉS

Partant du concept moderne de solutionnisme technologique, cet article analyse les temporalités différentes des causes et réponses à la crise minière de Potosí au XVIII^e siècle. Malgré une production en hausse tout au long de la période, l'accaparement des profits par la rente locative et la surexploitation de la main d'œuvre donnent la sensation d'une crise imminente. Face à l'échec des réformes sociales, économiques et juridiques, de nombreuses propositions d'amélioration technique sont faites pour éviter la crise. Leurs formes et porteurs changent selon les périodes, mais sans perdre la croyance que la résilience viendra de la rénovation technique. À

travers ces propositions, nous pouvons voir apparaître les intérêts personnels des entrepreneurs miniers, les actions de gouverneurs isolés s'appuyant encore sur les connaissances de ces derniers, et enfin le mépris européen de plus en plus exacerbé pour les savoirs locaux.

Based on the modern concept of technological solutionism, this article analyzes the different temporalities of causes and responses to the Potosí mining crisis of the 18th century. Despite rising production throughout the period, the monopolization of profits by increasing rents and the overexploitation of labor gave the impression of an imminent crisis. Faced with the failure of social, economic and legal reforms, numerous proposals for technical improvements were put forward to avert the crisis. Their forms and supports change according to the period, but without losing the conviction that resilience will come from technical renovation. These proposals reveal the personal interests of mining entrepreneurs, the actions of isolated rulers who still rely on local knowledge, and the increasingly exacerbated European contempt for American practices.

INDEX

Mots-clés : histoire des techniques, mine, solutionnisme technologique, innovation, savoir local

Keywords : history of technology, mine, technological solutionism, innovation, local knowledge

AUTEUR

VINCENT DAUMAS

Vincent Daumas est doctorant en histoire à l'Université Rennes 2, sous la direction de Jimena Obregón Iturra (Université Rennes 2) et Carmen Salazar-Soler (EHESS). Ses recherches portent sur les techniques minières et métallurgiques dans le Haut-Pérou et le désert d'Atacama au XVIIIe siècle. Il fait par ailleurs partie de l'IRP « Atacama-SHS. Sciences humaines et sociales en territoire minier » (<https://atacama.hypotheses.org/>).