



HAL
open science

Les machines d'exhaure dans les mines vosgiennes, et le cas particulier du puits de Lalaye (Bas-Rhin), un monument d'histoire des techniques

Pierre Fluck

► To cite this version:

Pierre Fluck. Les machines d'exhaure dans les mines vosgiennes, et le cas particulier du puits de Lalaye (Bas-Rhin), un monument d'histoire des techniques. 48e Colloque international d'Etudes humanistes " Les machines à la Renaissance ", 2005, Tours, France. hal-00491340

HAL Id: hal-00491340

<https://hal.science/hal-00491340>

Submitted on 14 Jun 2010

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.



Les machines d'exhaure dans les mines vosgiennes, et le cas particulier du puits de Lalaye (Bas-Rhin), un monument d'histoire des techniques



Typologie

La typologie des machines hydrauliques d'exhaure, pour les mines polymétalliques de la Renaissance dans l'Est de la France, a fait l'objet de développements déjà anciens¹. De telles machineries paraissent attestées par les sources dès 1497 à La Croix-aux-Mines (département des Vosges), comme la mention de “grands ouvraiges coustanges engins et intollerables depens”² nous invite à y croire. Cependant, le modèle éprouvé des pompes aspirantes-foulantes à bielle-manivelle dites atmosphériques, un système technique quasi-exclusif jusqu'au XVIIIe siècle, n'apparaît en ces régions qu'en 1564, très précisément à la mine Pfennigthurm près de Giromagny, qui se localise à la pointe la plus méridionale du massif des Vosges.

Notre typologie emprunte à l'observation des dispositifs mis en oeuvre pour la transmission de l'énergie entre la roue hydraulique et les tiges des pistons. Ceux-ci autorisent la distinction de quatre configurations. La première se manifeste par les roues placées à la tête d'un puits au jour, la transmission du mouvement depuis la bielle s'opérant le plus souvent par l'intermédiaire d'un balancier. La seconde n'est qu'une reproduction de la précédente, mais le puits étant intérieur, la roue vient se loger dans une salle sous terre placée juste au-dessus du niveau de la galerie la plus basse d'écoulement; un conduit situé un peu plus haut, voire un puits percé depuis le jour, amène l'eau motrice sur les augets de la roue. Les eaux remontées jointes aux eaux motrices s'écoulent par la galerie. Le troisième système fait intervenir une roue en surface, qui actionne une tringlerie horizontale de va-et-vient (les tirants) dans la galerie, jusqu'au puits intérieur ; en ce point, un dispositif en équerre (les varlets) permet la conversion du mouvement horizontal en mouvement vertical. Le quatrième type en est une variante : la roue se place à présent loin de l'entrée de la mine, en un point où l'on aura pu aménager une chute, et la tringlerie chemine dans un premier temps à l'extérieur (le plus souvent inclinée selon la pente), supportée par des sortes de poteaux oscillants.

Dans les mines du massif vosgien, le premier type est représenté par une dizaine d'installations, le second par 13, le troisième par 2 installations (ces chiffres sont susceptibles d'être remaniés en fonction de l'avancement de la recherche). Le dispositif de quatrième type n'est présent qu'au XVIIIe siècle en deux points seulement, au Thillot et à Grandfontaine.

¹On en trouvera une synthèse dans Fluck P., Bohly B., Fluzin Ph., Liebelin F. et Pierre F., Technologie des machines hydrauliques d'exhaure dans les mines vosgiennes, Bull. Société Industrielle de Mulhouse 825, 1992, pp. 15-25
²Fluck P. et Schoen H., Les mines de La Croix-aux-Mines des origines à l'époque d'Heinrich Gross, *Dialogues transvosgiens*, 11, 1996, pp. 10-39

La machinerie du puits de Lalaye. Sa découverte

Mais l'objet de cette communication est de présenter aux chercheurs présents à Tours la machinerie du puits de Lalaye, une merveille apparemment unique par son état de conservation. Sa découverte et sa fouille ont fait l'objet d'une publication détaillée mais peu diffusée hors d'Alsace³, et il n'est que temps de projeter toute la lumière sur ce site hors du commun. Il importe de préciser que l'archéologie de ce type d'objets, en grande partie composés de bois, se heurte à bien des obstacles. Les vestiges en surface n'ont en effet, sauf exceptions rares, pas résisté au filtre du temps. Des installations souterraines faciles d'accès ne restent en général que les enveloppes des mécanismes, en "négatif": conduits d'arrivée d'eau, salles où se trouvaient logées les roues, encoches dans la roche pour certains dispositifs. La conservation des mécanismes exige presque systématiquement que ceux-ci se retrouvent sous eau: c'est donc lors d'opérations de pompages que la chance de voir apparaître de tels sites peut venir se présenter.

C'est en un lieu où toute tradition minière était quasi effacée des mémoires que ce puits vint se rappeler à notre souvenir, par le biais d'une suite d'effondrements survenus depuis mars 1986 dans le sol de la grange Mathis, à Lalaye, un village de la vallée de Villé (Alsace centrale). Exploré dans un premier temps à l'aide d'une caméra immergée (jusqu'à moins 43 mètres)⁴, puis par un scaphandrier⁵, puis par un plongeur⁶, le puits allait très vite révéler sa dimension hors du commun pour un ouvrage de la renaissance. En effet, une recherche en archives conduite en parallèle⁷ amena l'assimilation du puits à celui de la mine Haus Oesterreich, ou Maison d'Autriche, qui occupa le premier rang au titre des mines d'argent du val de Villé, pour le XVI^e siècle. Un document de 1569⁸ nous permet d'assister "en direct" au percement du puits et à l'installation de la machine. D'autres textes invitent à suivre les aléas de l'exploitation jusqu'en 1578.

Il nous faut à présent préciser que la grande de Monsieur Mathis fut édifiée sur une épaisseur de remblais d'environ 3,65 mètres, qui cachèrent le vieux puits sans doute protégé par une sorte de couvercle. C'est l'effondrement de celui-ci qui provoqua l'apparition du trou béant rempli d'eau. Deux considérations aboutirent à programmer l'opération lourde de la consolidation de la tête du puits et sa fouille, d'une part le positionnement in situ de la machinerie qui en fait un objet d'exception (inscrit à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques en janvier 1990),

3Fluck P., Latasse F. et Clerc P., L'étude archéologique du puits de la mine "Haus Oesterreich" à Lalaye, Annuaire Société d'Histoire du Val de Villé, 1993, pp. 123-182

4Scaphandriers d'Alsace, 22 novembre 1987

5Marcel Depierrepoint, 12 plongées entre le 15 et le 23 mai 1988

6Emmanuel Certain, le 20 octobre 1991

7Annuaire Société d'Histoire du Val de Villé, 1990, pp. 123-141 ; 1992, pp. 99-104

8Innsbrück, Pestarchiv XIV

d'autre part l'instabilité du terrain, qui laissait augurer d'effondrements plus importants⁹. La DRIR assura la maîtrise d'ouvrage du chantier de consolidation de la tête du puits. Il s'agissait tout de même de démonter la grange, de réaliser autour du puits un chemisage en béton projeté sur une armature, de le couvrir d'une dalle après l'intervention des archéologues, enfin de reconstruire la grange Mathis rigoureusement à l'identique.

La fouille de sauvetage intervint au moment où l'entreprise en charge des travaux de consolidation¹⁰ télescopa les structures anciennes du puits, environ 4 mètres sous le sol de la grange Mathis. Le chemisage alors achevé se présentait comme une sorte de puits elliptique surbaissé de 7 m sur 3,50 m (pour une hauteur de 3,75 m), qui sera bien vite perçu par les visiteurs comme un oeil ouvert sur le passé. Nous étions le 5 février 1992. L'opération de sauvetage rassembla par roulements près de 50 fouilleurs bénévoles du 15 février au 1er mars, dans des conditions climatiques hivernales, sous la responsabilité de Pierre Fluck¹¹ et sous la coordination technique de Frédéric Latasse. Cette fouille qui réunit la Fédération Patrimoine Minier, le Société d'Histoire du Val de Villé et l'Association Spéléologique pour l'Etude et la Protection des Anciennes Mines montre brillamment que, même hors période de congés scolaires, un enjeu patrimonial véritable est à même de mobiliser les énergies dans une logique de bénévolat. Cette opération reste dans les mémoires comme une coordination harmonieuse entre l'Etat, les entreprises et les bénévoles.

Méthodologie de la fouille et premiers éléments

Au plan de la méthode, l'opération de fouille se distingue de l'archéologie traditionnelle par trois aspects. En premier lieu la limitation absolue de l'espace dans un plan horizontal (l'ellipse déterminée par le chemisage de tête du puits), qui interdit l'accès aux volumes environnants. Viennent ensuite à l'inverse le champ a priori illimité dans le sens vertical, et enfin la subordination au pompage permanent des eaux qui le limite quand même¹². Pour le repérage en (x, y), un carroyage métrique a été ancré dans le chemisage de l'ellipse juste au sommet des structures. Le pompage a permis de dénoyer le puits jusqu'à 15,98 m sous le sol de la grange, soit 12,33 m sous le niveau altimétrique "zéro" conventionnel¹³. L'objectif n'était donc que d'étudier l'équipement et les mécanismes de la partie supérieure du puits, l'étage sommital étant d'ailleurs porteur de l'essentiel de l'information¹⁴.

Les premiers "objets" qui firent leur apparition à fleur d'eau, au démarrage de l'intervention,

9le puits "empiète" sur trois pièces de la grange

10Société SIRCO, travaux conduits par Michel Milano

11alors chercheur à l'Unité propre de Recherches A0423 du CNRS "Paléoméallurgie et cultures", Institut Polytechnique de Sévenans

12 deux pompes thermiques, une pompe électrique immergée, fonctionnant 8 à 10 heures par jour

13 le sommet des structures conservées, plus précisément l'axe de l'essieu de l'arbre du balancier (v. plus loin)

14pour la partie supérieure, environ 150 points repères ont fait l'objet d'une mesure de cote altimétrique

pouvaient se résoudre à un enchevêtrement de pièces de bois prisonnières d'une accumulation de terre et de gravats¹⁵. De cet amalgame émergeaient quelques structures, dont le sommet de ce qui pouvait s'identifier comme un corps de pompe¹⁶, et surtout une épaisse pièce de bois transversale (par rapport au grand axe du puits, et en même temps de l'ellipse de béton projeté), cylindrique, frettée en ses extrémités et soigneusement entaillée de l'empreinte d'un assemblage à mi-bois: *l'arbre de rotation du balancier*, d'une longueur de 1,70 m pour un diamètre de 0,48 m, traversé en son axe par un essieu en fer de 8 centimètres de diamètre.

Le *balancier* avait été retiré du puits par l'entreprise. C'est une pièce de chêne de deux mètres de longueur (poids 250 kg), de section presque carrée dans sa partie centrale (30 x 28 cm), frettée et sertie d'épais longerons de fer. Trois trous en percent les extrémités (deux d'un côté, un de l'autre), un pour l'articulation avec la bielle issue de la roue, les deux autres pour les tirants qui plongent dans le puits. Un *collier de serrage* soigneusement ajusté, constitué de 5 fortes pièces de chêne, assurait l'ancrage de ce balancier autour de son arbre de rotation (fig. 3).

La fouille consista à débarrasser à la truelle les structures de leur "gangue" de pierres, terres et gravats, une quinzaine de tonnes au total. Elle nécessita la mise en place de planchers de manutention et d'une installation de treuillage des seaux. Un moment fort, après la mise en évidence du balancier et de son arbre, a été le dégagement de ce qui apparaissait d'abord comme une énorme poutre longitudinale, appliquée contre le grand côté du puits. Celle-ci s'avéra creuse, et même admirablement excavée à la gouge : *l'aqueduc d'évacuation des eaux remontées* venait ainsi se positionner sous les becs de déversement des deux corps de pompes. Une autre découverte remarquable était un bloc de granite taillé, énorme, indenté d'une encoche semi-cylindrique dont la surface offrait le poli d'un miroir : *l'empoisse*, c'est-à-dire le coussinet sur lequel reposait une des extrémités de l'essieu de la grande roue, trouvée effondrée dans un compartiment adjacent au puits.

En fin de dégagement des structures, la boue argileuse gris-brun qui les enrobait fut éliminée au jet d'eau sous pression, ce qui redonna aux bois mis au jour... presque l'éclat du neuf !

Le boisage du puits

Il importe de préciser que l'ouvrage fut percé en roche à peu près saine, une quinzaine de mètres à l'écart du filon. Comme beaucoup de filons métallifères de ce secteur, ce dernier n'est pas tout à fait vertical, il offre un pendage vers le nord : la position du puits a été étudiée de manière à ce que l'ouvrage (profond d'environ 80 mètres) vienne recouper le filon en profondeur. Ce filon pourra

15 dûe pour partie à l'effondrement des terrains de recouvrement, pour partie aux gravats et ustensiles divers versés dans le trou par Monsieur Mathis dans l'intention de le recomblé...

16 le second n'étant alors pas encore apparent

ainsi être exploité de bas en haut, par traçages exploratoires puis par tranches remontantes. A part le grand côté ouest du puits dans sa partie tout à fait supérieure, où elle est apparue fortement faillée, la roche est saine. Là où on a pu l'observer, cette roche présente les rainurages caractéristiques du percement à la pointerolle, nulle part n'ont été observées des traces d'attaque à la poudre – le mode de percement qui s'est généralisé à partir du second tiers du XVIIe siècle –. Malgré cette bonne tenue des terrains, le puits nécessitait la mise en place d'un puissant charpentage en bois, en particulier pour l'ancrage sur toute sa hauteur de la machinerie d'exhaure.

Globalement, le puits se révèle compartimenté en deux dans le sens vertical. Le compartiment nord servant à l'exhaure et à la circulation héberge les corps de pompes et la tringlerie, ainsi que les échelles; l'autre était dévolu à l'extraction, c'est-à-dire au treuillage des cuveaux de roches (et de minerais !). Une cloison de planches glissées dans les rainures de deux grandes poutres verticales carrées sépare les deux compartiments. A l'exception de l'étage supérieur, le puits offre une dimension moyenne de 4,35 x 2 mètres entre parois rocheuses, mais son gabarit "utile" entre les poutres du charpentage se restreint à 3,70 m x 1,45 m. Ces dimensions sont exceptionnelles lorsqu'on les compare à la cohorte des puits intérieurs rencontrés dans les mines "renaissance", mais il faut reconnaître qu'aucun véritable puits d'extraction et d'exhaure n'a été jusqu'ici étudié (à l'exception du puits de la mine Chrétien à Sainte-Marie-aux-Mines, dépourvu de boisage, d'environ 3 m sur 1,20 m de section¹⁷).

Au niveau tout à fait supérieur, l'échelle pour la circulation ne pouvait se positionner dans le compartiment d'exhaure, du fait de l'emprise du balancier (qui empêche tout passage). A cet étage, le puits s'avère donc tri-compartimenté, une courte échelle étant disposée dans un espace adjacent de dimension restreinte (1,50 m x 0,50 m).

Fondamentalement, le boisage du puits comporte un poutrage et un cuvelage en planches jointives disposées à l'arrière entre celui-ci et la paroi en roche. Le poutrage se compose de cadres horizontaux faits de bois ronds (20 à 30 cm de diamètre), à l'exception du cadre tout à fait supérieur, équarri. Les pièces maîtresses de chaque cadre – celles qui en supportent le poids – sont les poutres transversales deux petits côtés du puits, ancrées dans la roche; celles-ci supportent une ou deux autres poutres transversales ainsi que deux ou trois (parfois jusqu'à cinq) poutres longitudinales jointives superposées, le tout étant assemblé à mi-bois, à la façon des cabanes en rondins.

Le cuvelage se compose de planches jointives fichées verticalement derrière les poutres. Relativement hermétique aux étages supérieurs, il est volontiers clairsemé voire absent plus en profondeur, la roche offrant en ces lieux une excellente tenue. Nous appelons "étages" des portions de puits séparées par des planchers, dans le compartiment de circulation – et d'exhaure –. Ainsi, un

17 Goergler B., rapport de fouille programmée, 1990

premier plancher apparaît à moins 2,45 m (par rapport au zéro qui est l'axe de l'arbre du balancier), le second à - 5 m, le troisième à - 6,60 m, le quatrième à - 8,17 m, le cinquième à - 10,60 m. Ces planchers rudimentaires qui supportent les tronçons d'échelles reposent sur des poutrelles carrées transversales.

La galerie de décharge

Avant d'en arriver au descriptif de l'installation de pompage proprement dite, il nous faut présenter la solution ingénieuse mise en oeuvre pour l'évacuation de l'eau pompée. Refoulée au sommet des deux corps de pompes jumeaux munis chacun d'un déversoir, celle-ci retombe dans un aqueduc creusé à la gouge dans une pièce monoxyle, dont le lit se situe au départ à la cote altimétrique moins 190 (- 196 du côté aval, à l'autre bout du puits). De là, elle se dirige, au travers d'un petit canal d'évacuation construit de trois planches soigneusement ajustées, dans une galerie d'écoulement percée en roche jusqu'à atteindre la Scheer, tout à l'aval et par l'intermédiaire d'une tranchée¹⁸. Rapidement obstruée par un éboulement, cette galerie (à la cote absolue - 210, soit à 5,80 m sous le sol de la grange) se présente totalement boisée, coffrée. Elle n'a pas été conçue pour y circuler, sa hauteur n'excédant pas 1,32 mètre. Ce boisage d'un type classique – mais le seul, à notre connaissance, qui ait su conserver ses “chapeaux”¹⁹ – consiste en poteaux ronds (de diamètre moyen 18 cm), écartés au sol de 0,80 m, au sommet de 0,42 m, qui déterminent ainsi une section trapézoïdale. Derrière ces montants (distants de moins d'un mètre dans le sens longitudinal), la paroi en roche est masquée par un coffrage de planches jointives disposées horizontalement.

Le dispositif d'exhaure

Nous en exposerons de la manière la plus simple qui soit le fonctionnement, avant de détailler la revue des principaux éléments conservés. L'eau motrice est ainsi amenée au moyen d'un canal de 685 mètres de longueur (une dérivation de la Scheer), dont on aperçoit encore la trace dans le paysage, situé dans la pente 14 mètres au dessus de la cote zéro (celle de l'axe du balancier). Par l'intermédiaire d'un coursier, elle se déversait sur une roue à augets d'environ 10 mètres (qui se trouvait à l'emplacement de l'actuelle grange Mathis), dont l'essieu reposait sur des coussinets ou empoisses en granite (l'une d'elles fut retrouvée, effondrée dans un coin du puits). La manivelle solidaire de l'axe de la roue actionnait une bielle d'au moins 5 mètres reliée dans le bas à l'une des extrémités du balancier, ce qui revient à transformer un mouvement rotatif en mouvement presque

¹⁸ aujourd'hui totalement comblée et invisible en surface

¹⁹ dans la quasi-totalité des sites fouillés de porches boisés, les chapeaux étant hors d'eau n'ont pas résisté au pourrissement

rectiligne alternatif. Aux deux extrémités du balancier s'articulent des tirants en chêne qui vont décrire ce mouvement rectiligne de va-et-vient vertical, sur toute la hauteur du puits²⁰. A intervalles réguliers – tous les quatorze mètres environ – s'ancrent, sur ces tirants ou grandes perches, des petites perches qui plongent dans les corps de pompe, et dont les extrémités inférieures comportent chacune un piston. Celui-ci se déplace dans une zone de débattement d'environ 0,90 mètres²¹, aux deux-tiers de la hauteur de chaque corps de pompe²² : l'eau d'en dessous est aspirée, celle au-dessus du piston refoulée (d'où le nom de pompe aspirante-foulante). Des bacs-relais remplis d'eau, observés uniquement par plongée, assurent la transition d'un corps de pompe inférieur au corps supérieur, ceux-ci étant légèrement décalés.

On ne manquera pas de remarquer que ce système “roue-manivelle-bielle-balancier-perche-piston” se retrouve presque à l'identique dans la machine à vapeur de Watt, si ce n'est que les pôles moteur d'une part, mouvement induit de l'autre, sont exactement inversés ! Mais ce concentré de technologie, ne pourrions-nous pas l'extraire de n'importe quelle encyclopédie ancienne, au demeurant accompagné d'un rehaut iconographique²³? Nous allons à présent nous attacher à décrire les éléments un par un, c'est-à-dire offrir au lecteur, pour la première fois dans l'histoire de l'archéologie des techniques, le privilège d'une prise directe avec le réel.

La bielle. Elle assurait donc le lien entre la manivelle de la roue et l'extrémité du balancier. Cette pièce dut être arrachée par l'engin de l'entreprise, nous en avons retrouvé l'extrémité cassée, encore rivetée à l'extrémité du balancier. Elle est formée d'une perche carrée (9,5 x 9,5 cm) en bois (la bielle) taillée en biseau, pincée entre deux longues mâchoires de fer de 1,10 m, la cohésion de cet assemblage étant assurée par deux frettes.

Le balancier et son arbre ont été décrits au paragraphe “méthodologie de la fouille et premiers éléments”. A l'origine avant son extraction par les ouvriers, le balancier se trouvait encore en place en “position de vie”, fixé à son arbre, incliné de 24 degrés vers le nord. Notons qu'il n'est pas symétrique: à ses deux extrémités s'articulent les tirants, mais son extrémité nord se prolonge encore d'un cran, car c'est celle qui comporte le rivetage de la bielle (v. plus haut).

Le statif du balancier. Si ce dispositif n'appartient pas à proprement parler aux organes actifs de la machinerie, il n'en revêt pas moins une importance “stratégique” toute particulière, car c'est lui qui supporte l'arbre du balancier, lui-même porteur du balancier et des perches. On a calculé que ce dernier avait à supporter plus de deux tonnes (perches d'engins et leurs accessoires): c'est son statif

20 le calcul donne comme poids, pour une telle perche, 657,5 kg

21 nous avons pu préciser sa valeur par calcul, connaissant l'inclinaison maximum du balancier

22 et au maximum à 10,33 m de la base de celui-ci

23 bien que ce système “manivelle-bielle-balancier” soit rarement décrit et figuré ; on peut signaler la gravure sur cuivre attribuée à Van der Hayden (extrême fin du XVIIe s.) qui concerne les mines de Sainte-Marie ; la machine figurée, construite en 1565, est un système du deuxième type en référence à notre typologie ; le balancier s'y positionne au-dessus de la roue.

qui porte donc cette charge ! Nettement excentré par rapport à l'aplomb du puits, ce châssis se compose de jeux de grosses poutres équarries doublées, deux jeux longitudinaux et deux jeux transversaux, aux assemblages très soignés; ce sont les poutres transversales inférieures, ancrées dans la roche, qui ont à subir tout le poids de la machinerie. L'une d'elles a fléchi et s'est ployée de façon impressionnante, ce qui explique que l'axe de l'arbre du balancier a basculé; il plonge à l'heure actuelle d'un angle de 6°50'. En outre, ce socle supportait deux poutres carrées verticales (21 cm de côté), éléments d'une superstructure disparue sans doute en rapport avec la roue et sa manivelle.

Les grandes perches d'engin. Leur fonction est, rappelons le, de transmettre le mouvement de va-et-vient vertical jusqu'au fond du puits. Ces deux grandes perches (une pour chaque train de corps de pompes) offrent une extrémité supérieure très semblable à l'extrémité inférieure de la bielle: deux longues mâchoires de fer enserrant l'extrémité, taillée en pointe, du tirant en bois. Ces perches sont des pièces de chêne, d'environ 6 mètres de longueur²⁴, à section carrée de 8,5 à 9 cm de côté, très soigneusement assemblées bout à bout par un dispositif dit “en trait de jupiter”.

Les petites perches d'engin. De solides cavaliers en fer, arrimés sur les grandes perches, assurent l'ancrage des petites perches (qui leur sont parallèles), celles qui plongent dans les corps de pompes. Nous en avons extrait l'une d'elles, malheureusement le piston qui s'en est désolidarisé est resté prisonnier du corps de pompe. Sa longueur est de 4,82 m. Leur conception technologique rejoint celle de la bielle et des grandes perches (deux mâchoires de fer enserrant la tige de bois biseautée en ses deux extrémités), simplement l'extrémité métallique supérieure est tordue en chicane pour permettre le raccordement sur la grande perche. La section est évidemment moindre (6,5 cm de côté).

Les corps de pompes. Le puits héberge deux trains de corps de pompes; seuls les corps supérieurs ont pu être étudiés, le pompage n'ayant pas permis d'atteindre la première paire de bacs de relais – car le corps sous-jacent est horizontalement légèrement décalé, et il en va de même pour les suivants –. Chaque corps de pompe comporte trois segments, à savoir de bas en haut le segment aspirant en bois, suivi d'un corps en fonte hébergeant la zone de débattement du piston, enfin le segment supérieur refoulant, lui aussi en bois. Les segments en bois sont des troncs d'arbres de 28 à 30 cm de diamètre, creusés à la tarière (la lumière intérieure offre un diamètre de 18 cm). Chacun des segments en bois se compose de deux ou plusieurs cylindres bout à bout, de 2,70 m à 3 m, reliés par des manchons de raccordement plus épais. Les extrémités des cylindres fichées dans les manchons offrent une taille en cônes très soignée. Soumis à d'énormes contraintes, l'ensemble du dispositif est arrimé au boisage du puits, et fermement calé par des jeux de poutres soigneusement ajustées. Les *manchons de raccordement* sont des sortes de cylindres trapus longs de 60 à 70 cm

24 le premier segment mesure 6,25 m

pour un diamètre extérieur de 37 à 40 cm, cerclés de frettes multiples. Ceux du segment inférieur (en contrebas des cylindres en fonte) sont en outre munis d'une petite "fenêtre" dans l'épaisseur du bois, fermée par un cerclage claveté par un coin de bois; à l'intérieur d'un tel manchon se positionne un clapet anti-retour formé de deux feuillets de cuir et de deux disques de fer (de diamètres différents), le tout solidarisé au moyen d'une clavette. Les cylindres en fonte – le matériau choisi pour sa résistance à l'usure mécanique du piston – offrent un diamètre de 28 cm, pour une longueur de 1,50 m.

La datation par dendrochronologie apporta quelque surprise. Les carottes prélevées en 5 points dans le poutrage supérieur du puits (en pin), ont en effet procuré comme date d'abattage l'automne-hiver 1741-42²⁵. C'est sans doute celle de l'"exploitation ancienne" relatée par un document du 27 Messidor an II²⁶. Il paraît s'agir d'une tentative de reprise de l'exploitation, confirmée par la présence d'éléments mobiliers comme des fleurets pour le percement à la poudre. Car l'excellente corrélation avec les sources écrites concernant la mine Haus Oesterreich ne laisse guère subsister le doute d'une origine "renaissance". Le puits fut taillé à la pointerolle, et sa fouille livra du mobilier pour partie XVI^e siècle (céramique notamment). On remarquera que l'on n'a daté que le cadre supérieur du puits, c'est-à-dire le niveau d'un éventuel battement de la nappe phréatique: en cas de réfection partielle du système au XVIII^e s., celle-ci dut porter préférentiellement sur cette partie fragilisée. En tout état de cause en cas de rénovation plus complète (et coûteuse pour qui connaît les moyens aléatoires des compagnies du XVIII^e s. dans cette région²⁷), il devait être plus rationnel de recopier une structure préexistante plutôt que de créer un nouveau dispositif pas forcément adapté.

Le puits a fait l'objet de diverses opérations ciblées, comme le tournage d'un film CNRS en septembre 1993, ou encore une modélisation à l'aide d'un outil de conception assistée par ordinateur, au laboratoire CNRS "Paléométaballurgie et cultures" de l'*Institut Polytechnique de Sévenans* (à présent Université de Technologie de Belfort-Montbéliard). Cette modélisation assurée pour l'essentiel par Samuel Gomez et Gérard Cherrier²⁸ permet une visualisation du boisage du puits et de sa machine, à l'état "neuf", en variant à l'infini les angles de vue et les perspectives, et en filtrant à volonté les informations, de sorte à ne laisser apparaître par exemple que la seule machinerie.

25 Laboratoire ARCHEOLABS, C. Orcel et C. Dormoy

26 Frécharde A. et Maurer R., *Annuaire Société d'Histoire du Val de Villé*, 12, 1987, pp. 121-143; ce document écrit par deux experts précise que "la compagnie était à Paris" et que le caissier Combau "a déserté avec les fonds de la société", ce qui fit cesser l'exploitation

27 un certain M. Camper fit travailler à perte dans les mines de cette vallée, pendant 6 ans précisément à dater de 1742

28 Fluck P., Fluzin Ph., Cherrier G et Gomez S., Le puits de Lalaye, objet d'une recherche interdisciplinaire, *Annuaire Société d'Histoire du Val de Villé*, 18, 1993, pp. 191-195.

Conclusions et prolongements

Se replaçant à une échelle régionale, on pourra prolonger utilement ces aspects sobrement descriptifs par une réflexion plus synthétique autour de la question “que livre l'archéologie ?”, dans ce domaine si spécifique des machines et des mécanismes. Trois réponses surgissent. L'archéologie livre d'abord des sites en “négatif”, les salles qui hébergeaient les roues par exemple (comme à la mine Teutschgrund à Giromagny, Saint-Jean à Auxelles, ou à Château-Lambert), des encoches d'ancrage de pièces fixes ou mobiles dans les travaux souterrains, ou encore les canaux en surface, aboutissant parfois à des entonnoirs de puits effondrés (un type “zéro” en quelque sorte, des machines antérieures au système atmosphérique). Elle nous livre ensuite des éléments de mécanismes, comme au Thillot les cadres de supports pour les tringleries au jour (quatrième système de notre typologie)²⁹, ou bien des corps de pompe en place (au Thillot également, ainsi qu'à Château-Lambert), quelquefois avec leurs tirants et pistons, plus souvent encore des pièces isolées (à la mine Chrétien à Sainte-Marie-aux-Mines un tirant déplacé). Enfin, une seule fois, l'archéologie nous a livré la machine (presque) complète. C'est ce monument de l'histoire des techniques qui a fait l'objet de notre développement. Des roues hydrauliques ou des morceaux de tels systèmes d'exhaure sont connus ailleurs (Freiberg, Andreasberg, Wildemann, Rammelsberg, Idrija...), mais il s'agit d'installations des XIXe et XXe siècles, ou de reconstitutions sur la base de modèles plus anciens.

Une conservation comme celle du puits de Lalaye tient du miracle, car elle exige des conditions presque jamais simultanément réalisées: le milieu doit être à la fois inondé et isolé vis-à-vis du milieu l'extérieur et des aléas climatiques, un “système clos” en quelque sorte. Le “couvercle” du puits et sa couverture de gravats ont joué ce rôle de barrière. Car la quasi-totalité des puits au jour finissent leur histoire en entonnoirs d'effondrement, et sont à tout jamais perdus pour l'archéologie des techniques.

Au delà, des considérations plus épistémologiques méritent d'être développées. En effet, les techniques de l'exhaure apparaissent largement renseignées par les sources encyclopédiques qui s'appuient sur une très riche iconographie, à commencer par Agricola. Sur les principes, les configurations, les technologies, nous pensions tout savoir, ou presque. C'est là qu'intervient le terrain, il nous ramène au réel. Car un dessin d'Agricola, une coupe de l'Encyclopédie ou du “traité de l'Exploitation des Mines” de Monnet ne restitueront jamais la totalité d'un système, son organisation, ses infrastructures, la façon dont l'eau de déverse d'un corps de pompe dans un canal en bois, les solutions trouvées à son évacuation, ni la matière réelle des composants élémentaires d'un tel système. Le toucher à mains nues d'un corps de pompe, la mise au jour progressive à la truelle d'un aqueduc creusé à la gouge, le dégagement d'une *empoisse* en granite vosgien *sont le réel*, ils dégagent des sensations visuelles, olfactives, tactiles, émotionnelles que rien ne pourra

29 fouilles de F. Pierre

remplacer dans la quête du vrai. En même temps, en s'appuyant sur les relevés, la couverture photographique, le filmage, l'archéologue restitue la globalité d'un environnement technique. Bien des objectifs scientifiques restent à atteindre dans ce puits, qui constitue à présent une sorte de laboratoire de recherche potentiel, ou endormi. En attendant ces beaux jours, et depuis 1992 (le site fut classé monument historique cette année là), il bénéficie de la meilleure des protections: l'eau. Une dalle de béton armé le recouvre, munie d'une trappe. Et la grange Mathis y a été reconstruite sur ses bases à l'identique.

Figures

Fig. 1 : localisation, sur une carte du début du XXe siècle

Fig. 2 : vue en plan des installations . Le nord est en bas. En grisé clair, la roche, en noir, les vides verticaux. Remarquer, tout en bas, l'échelle du petit compartiment adjacent, et l'empoise en granite (estompage) dans sa position « d'origine ».

Fig. 3 : le balancier et son collier de serrage, représentation isométrique

Fig. 4 : projection du côté sud du statif (vue vers le sud), montrant le flambage de la poutre maitresse *d*, la grande perche d'engin, le canal d'évacuation etc.

Photographies

Photo 1 : vue plongeante des structures, après nettoyage au karcher

Photo 2 : l'aqueduc d'évacuation des eaux remontées

Photo 3 : l'étage 4. De gauche à droite une échelle, le corps de pompe nord, une seconde échelle, le corps de pompe sud, la grande perche d'engin

Photo 4 : représentation cao-dao