

Travail physique ou force mécanique ?

Les fondations à l'air comprimé à l'épreuve des accidents et des avaries techniques à Paris à la fin du XIX^e siècle

Physical work or mechanical force?

Guy Lambert



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/artefact/4538>

DOI : [10.4000/artefact.4538](https://doi.org/10.4000/artefact.4538)

ISSN : 2606-9245

Éditeur :

Association Artefact. Techniques histoire et sciences humaines, Presses universitaires du Midi

Édition imprimée

Date de publication : 15 décembre 2019

Pagination : 67-108

ISBN : 978-2-8107-0667-9

ISSN : 2273-0753

Référence électronique

Guy Lambert, « Travail physique ou force mécanique ? », *Artefact* [En ligne], 11 | 2019, mis en ligne le 27 novembre 2020, consulté le 30 novembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/artefact/4538> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/artefact.4538>



Artefact, Techniques, histoire et sciences humaines est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Travail physique ou force mécanique ?

Les fondations à l'air comprimé à l'épreuve
des accidents et des avaries techniques à Paris
à la fin du XIX^e siècle

Guy Lambert

Résumé

Lorsque les techniques de fondations à l'air comprimé se généralisent à la fin du XIX^e siècle, leur diffusion témoigne à la fois d'un engouement pour leur efficacité constructive et d'une compréhension plus fine des risques encourus par les ouvriers, attestés par les cas de « maladie des caissons » et de décès. En s'intéressant ici aux accidents du travail et aux dysfonctionnements survenus lors de la réalisation des piles du pont Mirabeau à Paris en 1893, il s'agit de saisir le quotidien concret de ce type de procédés, à la croisée d'une histoire des risques professionnels, d'une histoire de la construction attentive aux métiers et d'une histoire sociale des techniques interrogeant les mondes industriels. En soulignant les liens entre cet environnement de travail contraignant et la condition physique des ouvriers, cet article met en lumière la place qu'occupe encore le facteur humain dans des procédés qui sont généralement considérés comme représentatifs de la mécanisation des chantiers.

Mots-clés

travaux publics, mécanisation, histoire de la construction, accident du travail, risque professionnel, chantier

» Guy Lambert, « Travail physique ou force mécanique ? », *Artefact*, 11, 2019, p. 67-108.

Physical work or mechanical force?

Abstract

When compressed air foundation techniques became widespread at the end of the 19th century, their diffusion reflected both a passion for their constructive effectiveness and a more detailed understanding of the risks faced by workers, as evidenced by cases of "caisson disease" and accidental death. By focusing here on occupational accidents and malfunctions that occurred during the construction of the Mirabeau Bridge piers in Paris in 1893, we aim at capturing the concrete daily life of this type of process, at the crossroads of a history of occupational risks, of construction focused on trades and a social history of techniques that questions the industrial worlds. By highlighting the links between this constraining work environment and the physical condition of workers, this paper points out the place that human factor still occupies in processes that are generally considered representative of the mechanization of construction sites.

Keywords

public works, mecanization, constriution history, industrial accident, occupational hazard ou occupational risk, building site

« Une légende s'est formée sur les inconvénients que subissent les ouvriers qui travaillent dans l'air comprimé ; on parlerait même volontiers des dangers qu'ils courent. Or, du moment que l'éclusage se fait sans augmentation ou diminution brusque de pression, aucun individu d'une constitution normale n'en éprouve de malaise¹.

Formulée en 1894 dans un article du *Génie civil* consacré aux fondations du pont Mirabeau (1893-1896), la remarque a de quoi retenir l'attention à plus d'un titre. D'une part, parce que les certitudes affichées par l'auteur ne reflètent guère la place qu'occupent les questions de sécurité inhérentes à ce type de métiers dans la littérature spécialisée touchant les travaux publics, la médecine ou l'hygiène industrielle. D'autre part et surtout, parce que le chantier évoqué dans l'article du *Génie civil* a été le théâtre, trois mois auparavant, de deux accidents graves dont des ouvriers ont été victimes coup sur coup. Le 15 octobre 1893, dans le caisson de l'une des deux piles établies dans le lit du fleuve – la première mise en chantier, du côté de la rive droite –, un terrassier perd pied en descendant dans une cheminée d'accès, entraînant un de ses camarades dans une chute d'une quinzaine de mètres². Deux jours plus tard, le 17 octobre, vers 6 heures du soir, en sortant du même caisson, un maçon s'évanouit après la phase de décompression et meurt d'un arrêt cardiaque.

Comparés à d'autres accidents bien plus spectaculaires et meurtriers – comme celui qui tua cinq ouvriers lors de la construction du Métropolitain en décembre 1907, par l'explosion d'un caisson sous l'île de la Cité –, ceux-ci relèvent du fait divers plus que de l'événement³. Même si l'un d'eux se solde par un décès, l'intérêt de ces cas d'étude tient moins ici à l'accident proprement dit et à ses conséquences humaines voire judiciaires – sur lesquelles les archives n'informent guère⁴ – qu'à l'opportunité ainsi offerte à l'historien d'entrer dans un chantier de construction « moderne », dont se révèle ainsi, dans sa complexité, l'interface entre travail physique et moyens mécaniques. Certes ces faits surviennent dans un contexte

1. Crépy, 1894, p. 178.

2. Archives de la Direction de la voirie et des déplacements de la Ville de Paris. Section Seine et Ouvrages d'art (désormais Arch. DVD/SSOA).

3. Pour reprendre ici une opposition proposée par Braudel, 1979, p. 13.

4. Les recherches effectuées dans les fonds du Tribunal civil de la Seine (Arch. Paris, DU5) n'ont pas livré de jugement relatif à ces accidents.

d'intense mobilisation en matière d'hygiénisme professionnel, marqué par la loi du 2 novembre 1892, qui refonde notamment le corps de l'inspection du travail, et par la loi du 12 juin 1893 concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels⁵. Mais, antérieurs à la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, ils n'ont pas produit le type de sources que cette dernière a systématisé en formalisant davantage les procédures de déclaration « préalable à toute enquête et réparation » que la loi de novembre 1892 avait instaurées. Pour limitée que puisse être ici la matière historique disponible – fournie par le journal de chantier, les rapports des médecins et de l'ingénieur du service⁶ –, elle permet surtout d'interroger un mode de construction alors très prisé, en l'abordant au filtre de « la banale complexité des pratiques laborieuses⁷ » et sous un angle contribuant à en révéler le quotidien, bien plus capricieux que ne le rapporte la littérature technique de l'époque.

Dans les années 1880 et 1890 au moment où les techniques de fondations par air comprimé se déploient sur les chantiers parisiens, elles ont déjà fait leurs preuves. Destinées à intervenir dans les terrains aquifères, elles recouvrent un ensemble de procédés consistant à chasser l'eau non par épuisement mais par le soufflage d'air sous pression. Ces derniers s'opèrent par le fonçage de grands caissons métalliques, dont les parois inférieures s'enfoncent dans le sol, au fur et à mesure que les ouvriers creusent dans la chambre de travail et sous le poids des maçonneries réalisées en partie supérieure. Le succès de ce type de méthodes se manifeste à travers le caractère spectaculaire des ouvrages d'ingénieurs les ayant employées en divers points du monde occidental, tels le pont de Brooklyn (1869-1883), le pont sur le Forth en Écosse (1882-1890) et la Tour Eiffel (1887-1889), permettant à l'occasion à un public élargi de s'en faire une idée grâce à la presse illustrée⁸ (Fig. 1). Les pages qu'y consacrent les manuels de construction, saluant la fiabilité et la rapidité des travaux ainsi effectués, témoignent tout aussi volontiers d'une forme d'enthousiasme passant invariablement par le panorama rétrospectif des réalisations marquantes⁹. Dérivant du système imaginé par l'ingénieur Jacques Triger pour le fonçage de puits de mines

5. Ewald, 1986 ; Le Roux (dir.), 2016 ; Moriceau, 2009 ; Viet, 1994.

6. Arch. DVD/SSOA.

7. Michel, 2011, p. 165.

8. [Tissandier, Eiffel], 1887.

9. Voir Debauve, 1885 ; Degrand, Résal, 1888 ; Chaix, 1890 ; Préaudeau, 1903.

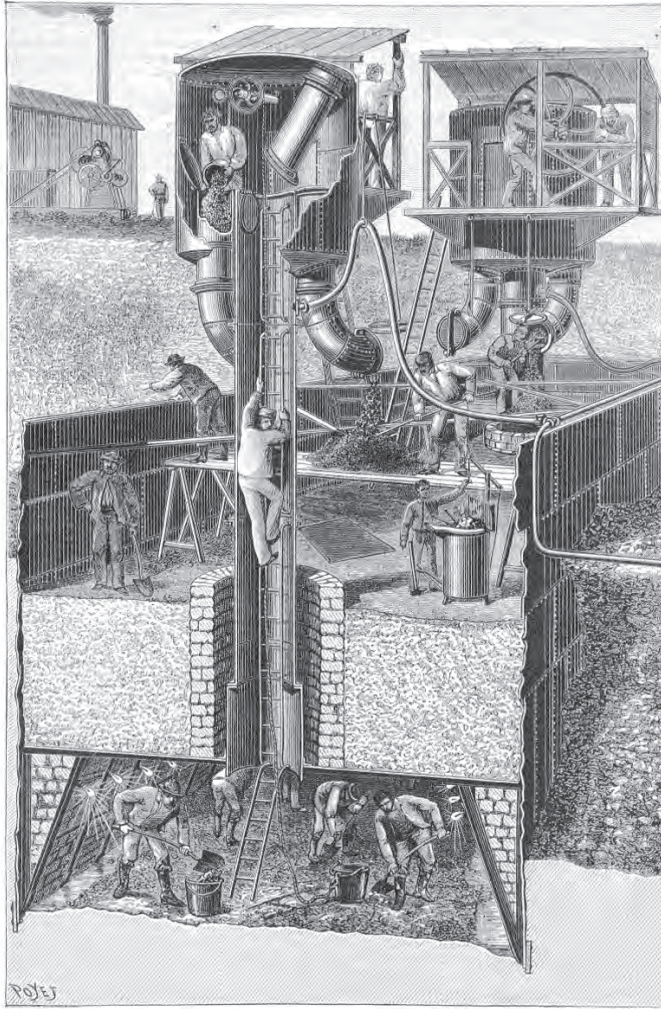


Fig. 1. - « Vue d'un caisson pour la fondation de la tour Eiffel par l'air comprimé. Coupe montrant le travail souterrain et les tubes d'accès et de déblaiement », dessin de Louis Poyet

La Nature, 15^e année, n° 730, 28 mai 1887, p. 409.

Conservatoire numérique des Arts et métiers

en 1839, le principe est rapidement appliqué à la fondation des ponts et connaît une impulsion nouvelle avec le développement de caissons de grande surface – la même que celle des piles ou des ouvrages à exécuter – qui

sont apparus avec l'édification du pont ferroviaire de Kehl¹⁰. Dans quelle mesure les accents héroïques du discours et la célébration des exemples pionniers doivent-ils aussi convaincre de l'antériorité et de la supériorité française dans un contexte d'expansion internationale et de concurrence entre les entreprises de travaux publics¹¹ ? L'aura de ces procédés, « si commodes et d'un emploi si sûr » que les fondations de bâtiments y recourent également dès qu'elles « présentent des difficultés un peu sérieuses¹² », fait sans doute écho à l'engouement d'alors pour l'air comprimé. Ce fluide à tout faire, en plein essor – dont les applications vont de la force motrice à la ventilation, des transports jusqu'au confort – est d'autant plus en faveur à Paris à la fin du XIX^e siècle qu'il se prête à la mise en place d'un réseau de distribution¹³.

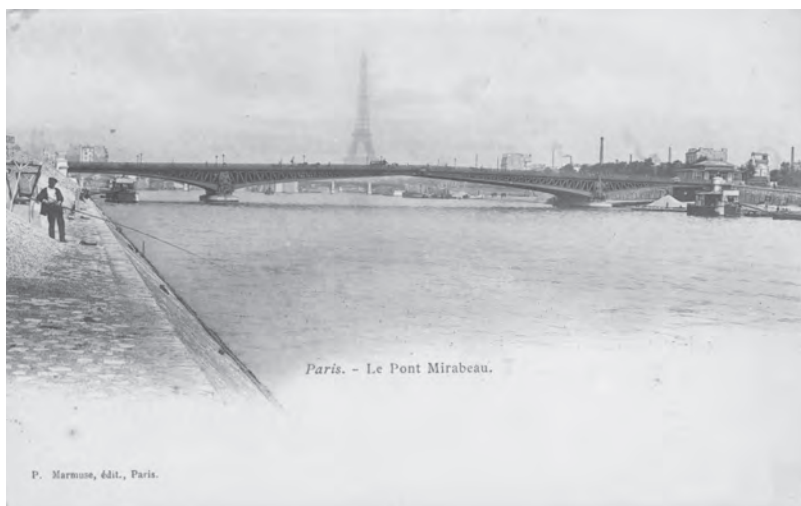


Fig. 2. - Le pont Mirabeau

L'arche centrale présente une ouverture de 93 m.

Carte postale, s. d., collection particulière. Photographie Guy Lambert

10. Sur le pont de Kehl, Aprea, 2020.

11. Barjot, 2006 ; Laurier, 1996, p. 140-144.

12. Denfer, 1891, p. 140. La reconstruction du magasin du Printemps par Paul Sédille (1882-1889) constitue de ce point de vue un exemple précoce. L'emploi de cette technique de fondation y est moins lié à la nature aquifère du terrain qu'à la promesse de travaux rapides à proximité des grands boulevards.

13. Smith, 2009.

Les accidents qui se produisent sur le chantier du pont Mirabeau doivent évidemment être rapprochés des troubles de santé et des décès constatés depuis plusieurs décennies chez les « tubistes », ainsi que se désignent les ouvriers travaillant dans l'air comprimé. Coutumiers de ce genre de travaux, maux et accidents ont assez rapidement retenu l'attention des médecins et des ingénieurs au point de devenir un sujet majeur et récurrent¹⁴. La lecture de la presse hygiéniste et de la presse technique françaises de la fin du XIX^e siècle en atteste, comme l'illustrent entre autres les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, la *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, les *Annales des Ponts et chaussées* et le *Génie civil*¹⁵. Mais au-delà du facteur risque, toujours très élevé dans le domaine du bâtiment et des travaux publics¹⁶, les accidents et – nous le verrons – les dysfonctionnements marquant la construction de ce pont méritent aussi d'être replacés plus largement dans le contexte de mécanisation croissante de la deuxième moitié du XIX^e siècle. La valorisation dont fait l'objet le développement du machinisme dans ce secteur d'activité doit être comprise comme une réponse à la réputation dont peut souffrir celui-ci, volontiers déclaré « attardé » au regard d'autres industries et parce que « le facteur humain [y] apparaît bien comme l'élément prépondérant¹⁷ ». Pourtant derrière les chantiers emblématiques, dont la célébration par la presse et par l'image ne doit pas tromper¹⁸, celui du pont Mirabeau permet d'interroger la subtilité des relations entre outillage mécanique et main-d'œuvre mais aussi leur part respective dans la rentabilité des travaux. L'objet d'étude ne manque pas d'intérêt pour la question qui nous occupe ici, puisque sans être anodin il se distingue des « cas d'école » présentés dans la littérature technique de l'époque. À vrai dire, la particularité de l'ouvrage d'art conçu par l'ingénieur Jean Résal – initialement sous la direction de l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Paul Rabel, puis édifié avec la collaboration de l'ingénieur ordinaire Amédée Alby – tient à ses principes structurels (Fig. 2). Ses deux piles jouent ici un rôle plus important que dans un ouvrage classique en raison de la nature même de ce pont, de type cantilever, ou plus exactement « en arcs à culasses compensatrices ancrées dans les culées¹⁹ ». Les

14. Phillips, 1998 ; Pierrard, 2018.

15. L'écriture du présent article s'est appuyée sur un dépouillement de ces revues.

16. Rogeon, 1984 ; Dodier, 1986 ; Jounin, 2009, en particulier chapitre 7, p. 175-198.

17. Chatelain, 1958.

18. Lambert, 2018.

19. Talansier, 1896, p. 18.

fermes du tablier, établies en porte-à-faux s'équilibrent de part et d'autre de ces piles, mais sont de longueurs différentes, la travée latérale, venant contrebuter la demi-ferme centrale, bien plus longue pour offrir un large débouché à la navigation. La réalisation de ces piles ne se confronte toutefois pas à des conditions extrêmes, qui tiendraient à la configuration du site ou à la profondeur visée (Fig. 3). Cette dernière, de l'ordre de 16 m au-dessous de l'étiage, est certes déjà importante mais ne constitue ni un record, ni un exploit. De même, l'entrepreneur parisien Eugène Letellier, chargé du marché, n'est pas l'un des ténors du secteur. Dès lors, en envisageant que l'accident et l'avarie contribuent à mettre en lumière le caractère ordinaire autant que les singularités de ce cas d'étude et en exploitant le potentiel « indiciaire²⁰ » des sources, cet article entend inscrire l'étude de ce procédé constructif à la croisée d'une histoire des risques professionnels, d'une histoire de la construction attentive aux métiers et d'une histoire sociale des techniques interrogeant les mondes industriels. Après avoir évoqué l'émergence de démarches de prévention en matière de travaux à l'air comprimé, il s'agira d'examiner dans quelle mesure l'accident s'inscrit ici à l'articulation des différentes opérations de construction que suppose ce type de fondation, avant d'interroger ses incidences sur la marche des travaux.

— 74

Les risques de l'air comprimé, entre empirisme et expérimentation

La prescription par le ministère du Travail de mesures de protection et de salubrité pour les travaux dans l'air comprimé, fixées par le décret du 15 décembre 1908 et la circulaire du 10 mars 1909²¹, reflète à la fois l'ampleur prise par ces techniques au début du xx^e siècle et la conscience de leurs risques. « On ne construit plus de ponts, on ne creuse plus de bassins, on n'établit plus de jetées, en un mot, on n'exécute plus de travaux un peu importants au-dessous du niveau de l'eau sans y avoir recours²² » constatent alors les auteurs d'un traité d'hygiène industrielle, avant de faire observer que la fréquence des accidents occasionnés par ce type de

20. Le terme est à entendre au sens que lui a donné Carlo Ginzburg, selon lequel « des détails habituellement considérés comme sans importance, ou même triviaux et “bas”, fourniss[ent] la clé pour accéder aux produits les plus élevés de l'esprit humain » : Ginzburg, 2010, p. 230.

21. [Ministère du travail et de la prévoyance sociale], 1909.

22. Leclerc de Pulligny, Boulin, Courtois-Suffit *et al.*, p. 238.

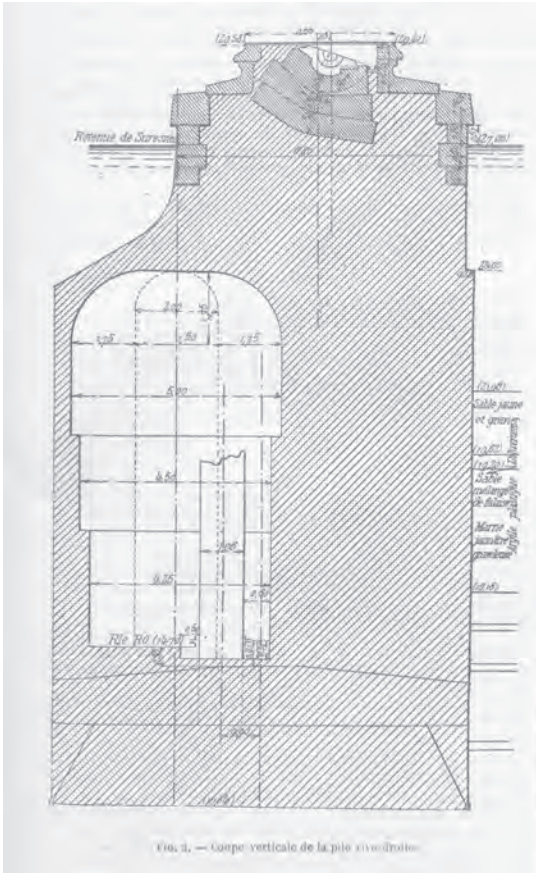


Fig. 3. — « Coupe verticale de la pile rive droite », *Le Génie civil*, tome XXIV, n° 12, 20 janvier 1894, p. 179.

Le dessin signale graphiquement que la partie inférieure du caisson de fondation et l'amorce des cheminées d'accès subsistent dans la pile achevée. La coupe géologique est sommairement indiquée à droite.

Photographie Guy Lambert

chantiers est « énorme », dix fois supérieure à la moyenne générale tous secteurs confondus. L'émergence de cette réglementation, élaborée par la commission d'hygiène industrielle du ministère, résulte d'une conjonction de facteurs. Il faut évidemment y voir l'effet des dynamiques inhérentes à la jeune législation sur les accidents du travail et à l'existence de l'inspection du travail, dont l'approche statistique est essentielle dans la quantification de ces risques professionnels²³. L'explosion sociale et médiatique des travaux à l'air comprimé n'y est pas non plus étrangère, en lien notamment avec la construction du métropolitain, ponctuée d'accidents et de grèves des tubistes²⁴. Mais il est indéniable que ces textes officiels

23. Vallin, 1907.

24. Berthonnet, 1999, Désabres, 2000. Pour l'élaboration du texte du décret, la commission d'hygiène industrielle du ministère du Travail a été complétée par « les deux principaux entrepreneurs

sont le fruit d'un demi-siècle d'enquêtes et de recherches dont les plus récentes peuvent alors étayer les doctrines en matière de prévention. Si la publication en 1908 de tables de décompression par le physiologiste écossais John Scott Haldane – établies à la demande de la Royal Navy²⁵ – est connue en France et considérée comme une référence sûre, quelle en est l'incidence sur l'œuvre réglementaire du ministère du Travail ? À vrai dire, la décompression est identifiée dès le milieu du XIX^e siècle comme une phase critique de la respiration d'air comprimé, tant pour le travail dans les caissons que pour la plongée sous-marine. Le fait est confirmé expérimentalement par les travaux de Paul Bert publiés en 1878²⁶. En démontrant plus largement les effets physiologiques de l'air comprimé, ce dernier met en évidence les risques que représentent lors de cette opération la formation de bulles d'azote dans le sang et la suroxygénation. Il faut toutefois attendre le tournant du XX^e siècle pour que la prévention des « coups de pression », comme les désignent les ouvriers, puisse prétendre s'appuyer sur une assise scientifique solide et susceptible de se traduire concrètement, à l'instar du projet de règlement proposé dès 1898 par le médecin autrichien Hermann von Schrötter²⁷.

La littérature consacrée au sujet, produite entre autres par la presse hygiéniste, la presse technique, les travaux des sociétés savantes et les thèses de médecine, met en lumière la diversité des protagonistes que ces questions préoccupent – depuis les médecins jusqu'aux ingénieurs et aux entrepreneurs – et l'échelle internationale de la réflexion. Si le nombre et la gravité des accidents alertent assez tôt les protagonistes, les études s'intéressent plus largement à l'ensemble des effets pathologiques et physiologiques de l'air comprimé, comme l'illustre déjà le premier mémoire consacré au sujet par les médecins Pol et Watelle, publié dans les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale* en 1854, mais rédigé sept ans plus tôt²⁸. S'attachant à détailler les symptômes observés sur le personnel lors du fonçage de puits de houille à Louches dans le Nord par le procédé Triger, les auteurs

des travaux de caissons du Métropolitain ». Leclerc de Pulligny, Boulin, Courtois-Suffit *et al.*, 1908, p. 239.

25. Ces tables ont été établies en collaboration avec Arthur Boycott et le lieutenant Guybon Damant. Boycott, Damant, Haldane, 1908.

26. Bert, 1878.

27. Heller, Mager, von Schrötter, 1898. Ce projet de règlement est présenté au VII^e congrès international de navigation de Bruxelles en 1898.

28. Pol, Watelle, 1854.

s'occupent moins des conséquences de l'explosion d'un appareil – tuant six hommes en décembre 1846 – que du quotidien du travail. Outre les douleurs d'oreille qui se manifestent lors de la compression – désagréables mais sans gravité –, ces travaux scientifiques pionniers livrent un premier état des maux recensés en ces circonstances : douleurs musculaires, difficultés respiratoires, accidents cérébraux, parfois suivis de décès, surdité, troubles de la vue. Ils mettent surtout en évidence des faits confirmés plus tard par bien d'autres auteurs, à commencer par le rôle décisif de la décompression. Celle-ci, estiment les deux médecins, « démasque en quelque sorte les congestions²⁹ » qui « incontestablement procèdent de la compression » mais « ne manifestent pourtant leurs effets que lorsqu'elle a cessé³⁰ ». Résumant leurs conclusions par une allusion à l'adage « on ne paie qu'en sortant » – démonstratif « malgré sa trivialité³¹ » et promis à un bel avenir dans ce monde professionnel –, ils militent pour une décompression pratiquée « avec une grande lenteur, beaucoup plus lentement qu'il ne l'a été fait à Lo[u]rches la plupart du temps³² ». La multiplication des études d'ordre médical, biologique ou sanitaire résultant d'enquêtes menées sur les chantiers ainsi que d'autres recherches plus transversales rendues possibles par la collecte de données viennent étoffer la connaissance du « cortège des maladies dites des caissons³³ ». Aucune entreprise n'échappe pour ainsi dire à ces maux plus ou moins graves, allant des « puces » – fortes démangeaisons de la peau – jusqu'à des cas de paralysies. Mais les troubles les plus notables sont les affections musculaires ou articulaires se manifestant violemment dans les membres les plus sollicités, que les ouvriers français appellent « moutons » et les anglais *bends*, en écho dit-on à l'attitude prise par les hommes souffrants de ces douleurs. Parfois motivées par la gravité des bilans humains, ces études médicales permettent aussi d'approcher les mentalités ouvrières face à ces risques encore mal cernés, comme en témoignent les pages consacrées aux nombreux accidents qui accompagnent l'introduction des fondations par air comprimé aux États-Unis, avec la construction du pont ferroviaire de Saint-Louis sur le Mississippi (James Buchanan Eads, ingénieur ; 1867-1874). Parmi les 352 hommes

29. *Ibid.*, p. 261.

30. *Ibid.*, p. 260.

31. *Ibid.*, p. 261.

32. *Ibid.*, p. 261. « À la fin des travaux, une demi-heure était consacrée à chacune de ces opérations ; au commencement on n'y mettait guère que la moitié de ce temps » précisent les auteurs, p. 245.

33. François, 1860, p. 299.

employés dans la chambre de travail, « trente furent sérieusement malades ; douze succombèrent³⁴ », à en croire la réception française de ces travaux. Combien d'entre eux toutefois se croyaient prémunis par le port de bracelets « voltaïques », des frictions d'onguents ou autre³⁵ ?

Quel est l'effet de ces enquêtes sur la prévention ? La présence des médecins sur les chantiers qu'ils examinent tend à faire évoluer les procédures, en matière d'éclusage par exemple comme le suggèrent entre autres Pol et Watelle ou Alphonse Jaminet, le médecin personnel de Eads ayant accompagné pendant plusieurs mois la construction du pont de Saint-Louis. Tous s'accordent néanmoins à souligner les difficultés qu'ils rencontrent à raisonner les ouvriers, souvent enclins à « écluser trop vite, pressés qu'ils [sont] de sortir du sas³⁶ ». Même la menace d'une contravention ne suffit pas à les convaincre de suivre les règles sévèrement recommandées. Pour contourner cette difficulté, il semble alors plus efficace de régir les pratiques en intervenant sur l'équipement même des écluses. Ainsi les robinets d'air faisant varier la pression à l'intérieur de celles-ci font l'objet de telles tentatives dès le chantier du pont de Kehl. Afin de ralentir *de facto* les phases de décompression – impliquant de laisser s'échapper l'air comprimé contenu à l'intérieur du sas –, l'idée s'est imposée de réduire le débit en rétrécissant le diamètre des conduits. Mais ici l'ajout « d'un tube ou bec de très petit calibre³⁷ » est resté d'un effet limité, jusqu'à ce que les ouvriers réussissent à l'enlever. Les modifications introduites chantier après chantier dans la conception des dispositifs et des engins – depuis la configuration des caissons tout entier jusqu'à celle des sas – répondent certes à une volonté d'en parfaire la productivité, d'en améliorer économiquement la conception et le fonctionnement ou encore d'atteindre de plus grandes profondeurs. Affaire de disparités nationales ou de diversités de culture technique, dans quelle mesure ces évolutions intègrent-elles les points relevés par les hygiénistes et les médecins ?

34. Malézieux, 1873, p. 92. Ces chiffres doivent toutefois d'être confrontés au bilan plus lourd indiqué par Bonneff, (1908) 1984, p. 172.

35. Jaminet, 1871, p. 32-33. Cette question des mentalités et des croyances ouvrières mériterait d'être approfondie, elle reste toutefois tributaire de la disponibilité de sources, telles ici les informations collectées directement sur le chantier par le médecin Alphonse Jaminet.

36. François, 1860, p. 299.

37. *Ibid.*

Les tâtonnements des professionnels des travaux publics font écho, il est vrai, à l'amplitude dont témoigne la construction collective d'une doctrine en matière de prévention, processus complexe dans lequel la diversité des préconisations de la littérature médicale et hygiéniste recouvre des divergences encore plus vives entre les auteurs quant à l'interprétation des maux constatés et/ou des sensations éprouvées. Ainsi, les conseils que le docteur Antoine Édouard Foley destine aux ouvriers en 1863 à l'issue de ses observations effectuées sur le chantier du pont d'Argenteuil semblent tenir de ce registre sensoriel. L'attention que cet ancien polytechnicien porte aux variations de rythme cardiaque et de température ressenties au sortir de la chambre de travail lui inspire des recommandations non dénuées de contradictions : « on se décomprime d'autant moins vite que l'on a travaillé plus profondément et qu'on a plus fatigué. Cependant, si le brouillard épais et glacial qui ne manque pas de se produire vous pénètre trop, hâtez-vous !³⁸ » Les durées qu'il propose pour la décompression sont d'ailleurs significativement plus courtes que celles données par la majorité de ses confrères. Mais tout en admettant qu'il s'agit seulement de « réponses approximatives³⁹ », il invoque l'appui de « l'expérience » : « c'est [elle] qui a fourni ces chiffres, ajoute-t-il, nous les croyons excellents⁴⁰ ». S'il revendique en ce sens l'autorité d'Hildevert Hersent, entrepreneur spécialisé en ce domaine qui a dirigé les travaux des ponts de Kehl et d'Argenteuil, il assume non moins explicitement les écarts entre ses conclusions et la littérature médicale préexistante. Bien des hypothèses coexistent à cette date pour tenter d'expliquer les mécanismes physiologiques, les uns imaginant le sang quitter les tissus périphériques pour gagner les cavités profondes sous l'effet de la pression, d'autres entrevoyant la formation de bulles dans le corps au moment de la décompression, ce que confirment et démontrent les recherches de Paul Bert⁴¹. Ainsi que le rapporte ce dernier, ces divergences de vues de la part du corps médical ne sont pas sans

38. Foley, 1863, p. 53.

39. *Ibid.*, p. 56.

40. *Ibid.*, p. 56.

41. Phillips, 1998 ; Butler, 2004 ; Pierrard, 2018. Si l'histoire des risques inhérents à l'air comprimé a été écrite en envisageant conjointement le travail dans les caissons et la plongée sous-marine, les auteurs s'intéressent surtout le plus souvent aux avancées les plus décisives, liées à des chantiers remarquables ou des travaux scientifiques promis à une fortune critique importante. Dans la perspective des risques professionnels qui nous occupe ici, embrasser plus largement les vastes corpus issus de la littérature médicale et hygiéniste permettrait sans doute de mieux saisir également les aspects sociaux de ces recherches, indépendamment de leur valeur scientifique.

conséquences judiciaires. En témoignent plusieurs procès faisant suite à des accidents survenus pendant la construction d'un viaduc ferroviaire sur le Scorff près de Lorient (1860-1862), intentés par un ingénieur civil atteint de paralysie et par la famille d'ouvriers décédés. L'intérêt que Paul Bert reconnaît rétrospectivement aux considérants du jugement et à l'arrêt rendu est de mettre en lumière « les incertitudes d'opinion des hommes de l'art sur la vraie cause des accidents, incertitudes qui motivent les acquittements prononcés⁴² ». Si à n'en pas douter il déplore cet état de fait, c'est en constatant que l'amplitude des opinions médicales prises en considération va jusqu'aux conclusions de Foley, « en contradiction avec tous les autres auteurs⁴³ » sur plusieurs points capitaux, mais durablement en honneur chez les entrepreneurs. Pourtant, et sans doute malgré ses espoirs, la parution de ses propres travaux ne suffit pas à faire disparaître ces hésitations, ni à établir définitivement une doctrine en la matière.

Chargés d'instruire les professionnels du bâtiment et des travaux publics, mais illustrant dans le même temps les diversités de vue existant dans ce secteur, les manuels de construction témoignent précisément de ces fluctuations, à travers l'ambivalence d'un discours marqué par une dialectique de la confiance et de la prudence. Comment s'en étonner quand « les hommes compétents sont encore partagés⁴⁴ », estime l'ingénieur Alphonse Debaue en 1885 à propos de la question cruciale des temps de décompression ? « On peut citer des faits qui tendent à prouver qu'un déséclusement trop lent serait dangereux, et qu'un déséclusement rapide serait sans inconvénient⁴⁵ ». Les savoirs et les convictions que cette littérature technique tend à établir semblent pourtant moins devoir à l'existence de travaux scientifiques et médicaux récents qu'à une forme de reconduction de l'expérience acquise non sans empirisme depuis plusieurs décennies. Ainsi est-il admis notamment que les restrictions à l'emploi des caissons à l'air comprimé tiennent aux limites humaines. Si, comme le suggéraient déjà Pol et Watelle, les effets de la pression sur l'organisme ne sont pas à craindre jusqu'à 4 atmosphères (4 at), le dépassement de ce seuil n'est pas sans risques comme l'ont illustré les conditions extrêmes de quelques chantiers. « La profondeur de 30 mètres est considérée comme le

42. Bert, 1878, p. 396.

43. *Ibid.*, p. 395.

44. Debaue, 1885, p. 394.

45. *Ibid.*, p. 394-395.

maximum qu'on puisse atteindre », rappelle en 1886 un article du *Génie civil*, « le capitaine Eads a fait, il est vrai, travailler au pont Saint-Louis jusqu'à 33 m 70 au-dessous du niveau de l'eau, mais c'est un cas tout à fait exceptionnel, et un exemple dangereux à imiter⁴⁶ ». La nécessité de pousser les fondations à des profondeurs plus importantes a encouragé quelques entrepreneurs à expérimenter des systèmes entièrement mécaniques, elle a également pu inciter à « faire des expériences pour acquérir la certitude qu'on pouvait travailler dans des pressions d'air notamment plus grandes [...] sans danger pour la vie ou même la santé des ouvriers⁴⁷ », comme en témoignent les essais effectués par Hersent avec la collaboration du docteur Layet de la faculté de médecine de Bordeaux. Comme corollaire à cette conscience des effets de la profondeur sur les individus, l'autre conviction partagée par ces ouvrages est qu'il convient de proportionner en conséquence la durée du travail, avant même le temps de compression et de décompression. Mais, là encore, l'expérience des chantiers antérieurs et plus prosaïquement la définition sociale du temps de travail semblent plus prégnantes que toute autre considération. Bien que les prescriptions varient d'un ouvrage à l'autre, la tendance est de prévoir deux postes de six heures chacun entrecoupés d'une pause équivalente lorsque les travaux ne descendent pas à plus de 20 m, et de réduire ces postes à quatre heures lorsque ces terrassements s'enfoncent de 25 m à 30 m⁴⁸, même s'il arrive que d'autres auteurs ne prescrivent que ces durées pour des travaux de moindre profondeur⁴⁹. Si la tentation de la littérature technique est parfois de relativiser le nombre d'accidents par rapport à celui des allers venues des tubistes, de les attribuer à la mauvaise santé de ces derniers, voire à une carence de surveillance plutôt qu'aux procédés, les auteurs de manuels, à l'image d'Alphonse Debaube, professent le plus souvent la vigilance. « Le travail dans l'air comprimé, sans présenter de grands dangers, n'est pas inoffensif ; les ingénieurs et entrepreneurs ont le devoir de veiller à l'exécution des mesures préventives que nous venons d'indiquer⁵⁰. »

46. G. R., 1886, p. 65.

47. Hersent, 1895, p. 7.

48. Chaix, 1890, p. 630 ; Préaudeau, 1903, p. 260 prescrit de réduire la durée à 3h entre 25 et 30 m.

49. Degrand, Résal, 1888, p. 286.

50. Debaube, 1885, p. 400.

Le caisson de fondation, un procédé à la croisée des techniques et des corps de métiers

À en juger par la littérature technique et médicale, l'attention portée à la sécurité et à la santé des ouvriers travaillant dans l'air comprimé se focalise principalement sur les risques de celui-ci pour l'organisme. Le premier accident survenu dans l'un des caissons de fondation du pont Mirabeau en 1893 n'est pourtant pas de cet ordre à première vue. Il s'agit d'une chute, épisode très courant sur les chantiers, mais dont les conditions particulières tiennent ici à l'environnement de travail, dans cet espace confiné et à la profondeur déjà atteinte par le fond de fouille qui, après plusieurs mois de travaux, se situe 13 m sous le lit du fleuve. L'accident se produit dans la première pile mise en chantier, du côté de la rive droite et du 16^e arrondissement, le dimanche 15 octobre juste après midi, au moment du changement d'équipe, alors que six hommes sont en train de gagner la chambre de travail, comme le note le conducteur chef de chantier de l'administration Lavallez dans son rapport journalier des travaux, schéma à l'appui (Fig. 4).

« les nommés Vautelin, Boutier, Bonhomme, Meunier, Picaux et Gorisse entrèrent pour descendre dans la chambre de travail dans le sas Montagnier amont. Vautelin descendit sans accident avec une chandelle ; lorsqu'il fut dans le bas, Gorisse descendit, suivi de près par Bonhomme et Picaux.

Comment Picaux fit-il, c'est ce que nous n'avons pu savoir, après une descente de 5 m environ il lâcha l'échelle et vint s'abattre sur Gorisse en effleurant seulement Bonhomme. Gorisse recevant un poids semblable sur les épaules lâcha l'échelle et vint tomber sur le ventre au fond de la fouille suivi de près par Picaux⁵¹.

Plus synthétique, le rapport que rédige l'ingénieur ordinaire Amédée Alby une dizaine de jours après les faits, apporte quelques précisions complémentaires notamment sur la hauteur présumée de la chute, estimée à « près

51. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 15 octobre 1893.

du thorax et une plaie contuse du front ayant intéressé la peau jusqu'à l'os frontal⁵⁵ ».

Les nouvelles parvenues sur le chantier assurant dès le lendemain que les deux hommes « vont aussi bien que possible⁵⁶ » tout comme le fait de n'en avoir « plus entendu parler⁵⁷ » de la part du personnel de l'hôpital Beaujon où ont été admis les blessés en disent sans doute plus sur l'état d'esprit de l'administration qu'ils ne renseignent l'historien sur l'état de santé réel des deux hommes. Faut-il s'interroger sur le contraste entre ce silence et l'écho que trouve cette journée dans la presse ? Le *Journal des débats*, un des premiers à en rapporter les points marquants, est aussi le plus disert :

« Charles Picquot [sic], est tombé d'une hauteur de 20 mètres, sur un de ses camarades, nommé Henri Gorisse, et lui a brisé la colonne vertébrale. Picquot s'est grièvement blessé à la tête et s'est brisé plusieurs côtes. Les deux victimes de cet accident ont été transportées à l'hôpital Beaujon. Leur état est considéré comme désespéré⁵⁸.

84 Bien d'autres quotidiens reprennent ces éléments, sans évoquer l'enquête qu'aurait ouverte le commissaire Dupouy « pour établir les responsabilités⁵⁹ », et au fond sans jamais dépasser le stade du « fait divers », dont la dramatisation exagérée ne doit certes pas étonner. Toutefois, ces entrefilets, pour révélateurs qu'ils soient des pratiques de presse, tiennent probablement moins à la nature d'un aléa presque banal sur les chantiers – quoique porteur d'une valeur propice à l'émotion – qu'au potentiel médiatique involontaire dont témoigne alors le pont Mirabeau. Au cours du mois de septembre précédent, il a en effet déjà retenu l'attention des journaux, en tant que cible de la campagne menée par la chambre syndicale des ouvriers puisatiers, mineurs et terrassiers contre l'embauche d'Italiens sur les chantiers. Les soupçons d'employer là une trop forte proportion d'ouvriers étrangers – qui rapidement se révèlent infondés – donnent lieu à un

55. *Ibid.*

56. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 16 octobre 1893.

57. Arch. DVD/SSOA, rapport du docteur Malhéné, 24 octobre 1893.

58. « Nouvelles diverses », *Journal des débats politiques et littéraires*, 16 octobre 1893, édition du matin, p. 2.

59. *Ibid.* Évoquée dès le 16 octobre entre autres dans *Le Gaulois*, *La Justice* et *La Libre parole*, la nouvelle est reprise le lendemain dans *l'Intransigeant*, *La lanterne*, *Le Radical* et paraît encore dans *Le Petit Caporal* le 19 octobre.

feuilleton ponctué de plusieurs moments : meetings, visite des travaux par une délégation emmenée par le secrétaire du député socialiste Emmanuel Chauvière, surveillance et gardiennage du chantier par les forces de l'ordre pour veiller à ce que ces rassemblements de plusieurs centaines de terrassiers n'occasionnent pas à Paris des débordements comme ceux d'Aigues-Mortes en août précédent où une dizaine d'immigrés italiens avait été lynchée par la foule. S'il s'avère que les meneurs n'ignorent rien du caractère abusif de leurs accusations – l'un d'entre eux travaillant sur ce chantier, à en croire Lavallez –, à quoi tient cette agitation ouvrière amplifiée par la presse ? Si le chantier du pont Mirabeau est dans la ligne de mire des manifestants en tant que marché public – au même titre sans aucun doute que la construction des égouts parisiens, tout aussi victime de la grève des terrassiers –, sans doute faut-il voir là l'incidence d'autres revendications de ce groupe professionnel (salaires, temps de travail)⁶⁰, mais reconnaître également la place qu'y tiennent ou pensent tenir ces ouvriers parmi les métiers engagés sur le chantier.

Au stade de la construction des piles d'un pont, les opérations de fonçage des caissons par l'air comprimé font des travaux de terrassement un poste pivot à plus d'un titre. Menés de concert avec l'exécution de la maçonnerie – nous y reviendrons –, ces derniers ne se limitent pas à une phase « primaire » mais traversent la construction de toute cette partie de l'ouvrage. Appelant peu de qualification, moins que d'autres métiers du bâtiment et des travaux publics, ils supposent ici d'accepter de se risquer au plus profond des caissons, ce qui n'est pas sans inspirer quelque appréhension chez de moins familiers de ces travaux. Comme le constate entre autres le livre d'Ernest Degrand et Jean Résal, « les maçons de profession se refusent à s'exposer, pour quelques heures d'emploi, aux dangers que ce genre de travail comporte⁶¹ ». Sur le chantier du pont Mirabeau, n'est-ce pas en pariant sur une telle appréhension qu'en septembre, le conducteur de l'administration décourage la curiosité de l'un des délégués venus contrôler la proportion d'Italiens employés ? « Je lui ai offert de descendre dans le caisson pour lui permettre de se rendre compte de visu si le nombre des Italiens était grand. La proposition ne lui a pas souri ; je crois que la descente dans le tube et l'ouverture de la porte lui ont fait peur⁶². »

60. Voir Christiani, Dubois, 1977 (non consulté) ; Sirot, 1991.

61. Degrand, Résal, 1888, p. 243.

62. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 13 septembre 1893.

Les documents générés par les accidents (les rapports du conducteur chef de chantier, du médecin et de l'ingénieur) permettent de mieux saisir cet environnement de travail et ses réalités matérielles. Leur rapprochement avec le journal du chantier contribue à replacer les terrassements à l'intérieur du caisson dans la complexité d'un processus constructif, marqué par les interactions avec les autres postes et tributaire des défaillances mécaniques. Le caisson de fondation, d'une dimension de 28 m × 10 m, comporte quatre sas, deux pour le passage des ouvriers, deux pour l'évacuation des déblais. Au moment de l'accident de Picaux et Gorisse, quatre équipes se relaient toutes les six heures dans la chambre de travail, nuit et jour. La durée d'exposition à l'air comprimé concorde avec les prescriptions de la presse médicale et technique, mais le silence des sources concernant le temps de repos entre deux descentes laisse imaginer que, pour des raisons pratiques, il correspond à la plage de travail suivante, soit six heures également. Ce rythme, ininterrompu depuis déjà plus de deux semaines, est certes lié à la marche d'un chantier soumis aux incertitudes du terrain et aux contraintes saisonnières, mais sans doute accentué aussi par les ralentissements que ce dernier a connus auparavant. D'après les effectifs scrupuleusement consignés dans les registres pour ce jour-là, l'équipe qui a pris son poste à midi compte six terrassiers, deux « chefs-ouvriers » et quatorze ouvriers « divers », peut-être « chargeurs » ou « manoeuvres » affectés au maniement des bennes d'évacuation des déblais⁶³. Si les deux blessés déjà évoqués font partie ou auraient dû faire partie de ce groupe, les sources ne permettent pas de savoir avec certitude à laquelle de ces catégories ils se rattachent, pas plus qu'elles ne nous renseignent sur leur âge ou leur situation familiale. Chaque équipe de cette journée se compose sensiblement de la même manière, réunissant entre 20 et 26 hommes, en proportion comparable à celles des jours précédents, mais ces dernières étant plus étoffées que le dimanche. Seuls les terrassiers excavent le sol, les autres hommes sont affectés à l'extraction des déblais, étape essentielle pour éviter que leur volume n'encombre la chambre de travail, pouvant venir jusqu'à paralyser les terrassements, ainsi que l'illustrent précisément les aléas de chantier du pont Mirabeau. Les sas servant au passage des matériaux sont à cette date distincts de ceux destinés aux hommes et plus simples que

63. Sur la désignation des tâches et des ouvriers, voir Claudel, Laroque, 1870, p. 230-235. Alphonse Debaue fournit des éléments sur la répartition des rôles dans les caissons pour quelques chantiers précoces. Debaue, 1885, p. 280-337.

ces derniers, tant les précautions requises par ce type de transport sont moindres : s'il importe bien de ne pas faire chuter la pression de l'air intérieur et de conserver l'étanchéité de la chambre, les déblais à la différence des ouvriers ne risquent pas de souffrir des effets de la décompression lors de leur sortie. Industriels et entrepreneurs s'efforcent de perfectionner l'outillage pour limiter la main-d'œuvre et accélérer les opérations, en conciliant ergonomie et sécurité⁶⁴. Ainsi, les sas « Zschokke et Terrier » utilisés à cet effet au pont Mirabeau (Fig. 5) – du nom des ingénieurs entrepreneurs qui les ont conçus – présentent-ils des dispositions destinées à fluidifier le déblaiement. Ils sont équipés de bennes de fort volume actionnées par un treuil fonctionnant lui-même à l'air comprimé⁶⁵. Leur déchargement se trouve simplifié, puisqu'il suffit de les faire basculer vers l'extérieur, et la variation de pression dans le sas est presque automatisée par les organes que met en mouvement le moteur⁶⁶. Pour autant, avant de répondre ici aux attentes de productivité qu'il laissait espérer, cet équipement a d'abord entravé la marche du chantier. En l'absence de la puissance motrice nécessaire à cet outillage, supérieure à ce que fournit le compresseur, « la benne peut tout juste monter à vide⁶⁷ ». Pour pouvoir poursuivre les terrassements, rendus impossibles par ce dysfonctionnement, et en attendant que l'entreprise Letellier se procure puis reçoive le matériel requis, une solution provisoire est trouvée en adaptant pour cette fonction les deux sas servant au passage des hommes, de type Montagnier – du nom de leur concepteur, entrepreneur associé à Zschokke – par l'installation de « deux manivelles permettant de monter les déblais au seuil⁶⁸ » ! Ces péripéties conduisent à s'interroger sur les « moyens d'action » de l'entreprise chargée du marché. Les ingénieurs des Ponts et Chaussées avaient précisément souhaité s'assurer qu'ils étaient « en rapport avec l'importance des travaux à exécuter⁶⁹ »

64. Dans les procédés initiaux de « fondations tubulaires », dérivés du système Triger, les sas remplissaient ces deux fonctions. Voir Zschokke, 1879, p. 18-23 ; Debauve, 1885, p. 277-288 ; Préaudeau, 1903, p. 407-414.

65. Il s'agit d'un perfectionnement du sas conçu auparavant par Conrad Zschokke, lui-même entrepreneur qui exécute en son nom des travaux de cette nature. Si l'usage de l'air comprimé comme force motrice, n'est pas économique par rapport à celui de la vapeur, comme le souligne d'ailleurs Zschokke, l'intérêt est surtout de limiter les machines présentes sur le chantier en utilisant la polyvalence des compresseurs.

66. Crépy, 1894, p. 179-180.

67. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 26 août 1893.

68. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 29 août 1893.

69. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Jean Résal, 7 mars 1893.

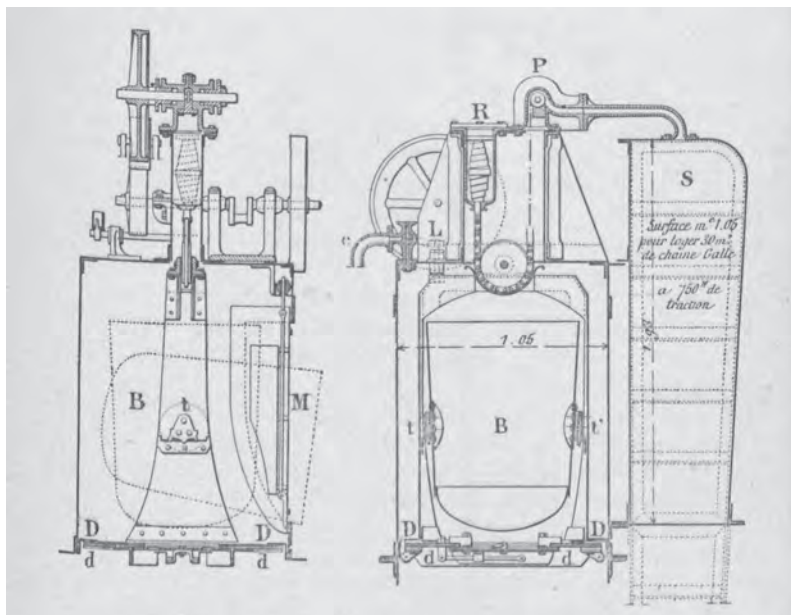


Fig. 5. - Sas Zschokke et Terrier pour l'évacuation des déblais

La benne (B), basculante, est portée par deux tourillons *t* et *t'* à l'intérieur d'un cadre, qui est monté ou descendu par l'intermédiaire d'une chaîne. Celle-ci est « est attachée à un ressort de sûreté R, qui amortit les chocs ; elle passe sur une noix P mise en mouvement par un moteur, puis s'emmagasine dans une soute S latérale au sas ». Paul Frick, *Fouilles et fondations*, Vve Ch. Dunod, Paris, 1905, p. 261.

Photographie Guy Lambert

en optant pour une adjudication restreinte et en exigeant des concurrents qu'ils justifient avoir « exécuté depuis moins de dix ans des travaux à l'air comprimé d'une importance comparable⁷⁰ ». Que les acteurs majeurs du secteur comme Hersent, Zschokke et la Société Fives Lille – pourtant visiblement « attendus » par l'administration⁷¹ – n'aient pas candidaté est sans doute aussi révélateur des mutations de ce domaine d'activité devenu très

70. Arch. DVD/SSOA, cahier des charges relatif à la construction du pont Mirabeau, 7 mars 1893, art. 111.

71. Ces sociétés figurent sur une première liste d'entrepreneurs « admis à soumissionner », sans doute établie spontanément en amont des procédures pour inviter les intéressés à prendre part à l'adjudication. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Jean Résal, 7 mars 1893.

concurrentiel que significatif quant au caractère assez modeste de cette affaire pour des firmes de cette importance. Ayant présenté la plus avantageuse des douze soumissions reçues, avec un rabais de 0,153 %, Letellier est déclaré adjudicataire⁷². À cette date, il a réalisé entre autres des ouvrages maritimes en association avec d'autres entrepreneurs, au port du Havre, en particulier les formes de radoub n° 5 et 6, et l'approfondissement de la rade de Brest. Les aléas du chantier du pont Mirabeau informent sur l'état de son parc matériel et sa capacité d'investissement⁷³. Après trois semaines de ralentissement des travaux, l'arrivée d'un compresseur plus performant et le renouvellement du matériel inversent radicalement la tendance. « On a allongé les cheminées des sas Zschokke et on a mis en marche le compresseur Roy ; si la chaîne Gall [sic] ne casse pas et si les sas fonctionnent toujours bien, nous irons trop vite, la maçonnerie ne pourra pas suivre le terrassement⁷⁴. »

Derrière l'ironie de la situation, la remarque met en relief l'interdépendance des différentes opérations qui interviennent dans la réalisation des fondations de ce type. Conjointement aux terrassements, l'exécution de la maçonnerie dans la partie supérieure du caisson vise en effet à le lester, ce qui, dans les premières semaines, doit s'opposer à la pression de l'air comprimé soufflé dans la chambre de travail, éviter son soulèvement et concourt globalement à son enfoncement. Les bords inférieurs à effet tranchant – le « couteau » – pénètrent dans les parties meubles du sol (vases, sable, graviers) et permettent de garantir l'étanchéité de la chambre dans sa partie basse. La maçonnerie est réalisée entre les parois métalliques qui sont surélevées par l'ajout de « hausses », boulonnées au fur et à mesure de la progression du fonçage, cette enveloppe supérieure étant démontée à l'achèvement des travaux, lorsque la pile sort de l'eau. Ces travaux, qui en appellent à des corps de métiers spécifiques, présentent eux-mêmes des risques distincts de ceux auxquels sont exposés les tubistes, comme en témoigne un autre accident touchant un manoeuvre sur le chantier du

72. Arch. DVD/SSOA, PV d'adjudication, Préfecture de la Seine, 16 mai 1893. À l'ouverture des soumissions, trois entreprises avaient présenté un rabais identique de 0,15 %. Invités à présenter un nouveau rabais, Mortier maintient le sien, Révérand propose 0,152 % et Letellier 0,153 %.

73. Le retard pris par le chantier impose d'entamer le fonçage de la deuxième pile avant l'achèvement de la première. Les « pertes » financières que cette situation a entraînées pour l'entrepreneur tiennent entre autres à l'acquisition de sas supplémentaires « dont [il n'aura] probablement plus l'emploi ». Arch. DVD/SSOA, lettre de Letellier, à l'ingénieur ordinaire Alby, 18 juillet 1896.

74. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 17 septembre 1893.

pont Mirabeau. « À 5h ½ du matin, le nommé Bignet est tombé de dessus l'échafaudage sur la maçonnerie du caisson soit d'une hauteur de 4m00 environ, avec la brouette de mortier qu'il conduisait ; il est tombé sur le ventre⁷⁵. » Cette chute qui s'est produite dans la partie à l'air libre du caisson, dont les conséquences sont sérieuses – « une petite déchirure à l'oreille et une lésion interne⁷⁶ » –, mérite d'être confrontée avec celle dont il a déjà été longuement question, survenue dans la cheminée d'accès à la chambre et postérieure chronologiquement. Le parallèle incite à prêter attention aux conséquences divergentes de l'avancement de l'ouvrage sur les espaces de travail. Allant de pair avec l'enfoncement du caisson dans le sol, l'accroissement d'épaisseur de la maçonnerie induit progressivement une augmentation de hauteur bien plus perceptible du point de vue des terrassiers que de celui des maçons. Après plus d'un mois et demi de travaux, la cheminée d'accès dans la chambre atteint presque 20 m, allongeant semaine après semaine le déplacement des hommes jusqu'à leurs postes, alors que sur la maçonnerie les échafaudages restent « à niveau constant⁷⁷ ».

« Éviter le retour d'un accident » et « assurer la prompte exécution des travaux » : accident, prise de décision et choix technique

« L'ouvrier Picaux prétend qu'il a perdu pied au passage d'une bétonnière interposée dans la cheminée et dont l'échelle n'était pas en correspondance avec celle de la cheminée⁷⁸. » Le récit de l'accident et la recherche des causes présumées de la chute mettent en lumière la gestuelle des hommes, se pliant aux contraintes spatiales du caisson et de ses organes. L'étroitesse de la cheminée d'accès – d'un diamètre de 80 cm, plus faible que celui de la cheminée d'évacuation des déblais, de 105 cm⁷⁹ – reflète les exigences

75. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 6 septembre 1893.

76. *Ibid.* : « Le médecin appelé en toute hâte a constaté une petite déchirure à l'oreille et une lésion interne, on l'a transporté à l'Hôpital Necker, son état quoique grave n'est pas désespéré ».

77. Costa, 1888, p. 107.

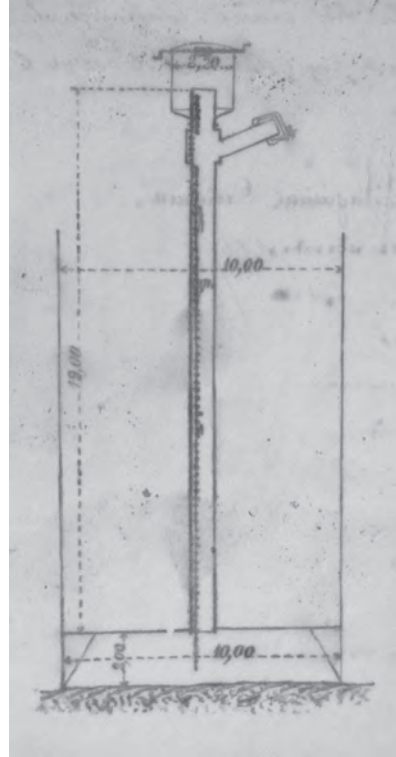
78. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Picaux et Gorisse, 27 octobre 1893.

79. Crépy, 1894, p. 178. Compte-tenu de ces dimensions, il est étonnant que Picaux, dans sa chute, ait seulement « effleuré » l'ouvrier descendant juste en-dessous de lui sur l'échelle.

Fig. 6. - Cheminée d'accès au caisson de fondation du pont Mirabeau. Schéma dessiné dans le rapport de l'ingénieur ordinaire Amédée Alby, 27 octobre 1893.

Archives de la Direction de la voirie et des déplacements de la Ville de Paris. Section Seine et Ouvrages d'art.

Photographie Guy Lambert



d'ordre économique et pratique valant pour tout l'espace empli par l'air comprimé, dont il s'agit de limiter les volumes à pressuriser. Dans quelle mesure ces dimensions vont-elles de pair avec un souci de sécurité, qui viserait à procurer une protection dorsale et à prévenir les risques de basculement en arrière lors de la montée ou de la descente ? Cette exigüité doit toutefois être appréciée au regard de l'irrégularité du parcours et de l'éclairage disponible dans ce boyau. À une date où la lumière électrique est devenue courante dans la chambre inférieure par souci d'efficacité et pour assainir l'air que respirent les hommes, l'accès à celle-ci s'effectue ici « avec une chandelle⁸⁰ ». La déclaration de Picaux citée plus haut, connue par le rapport de l'ingénieur ordinaire, vient-elle à l'appui d'une revendication ou d'une demande d'indemnisation ? Tout en estimant « matériellement

80. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 15 octobre 1893.

impossible de vérifier si cette assertion était exacte⁸¹ », Amédée Alby la confronte à une description des lieux complétée par un schéma (Fig. 6).

“ Le passage de la cheminée à la bétonnière cause évidemment une petite difficulté dans la descente, lorsque le pied atteint le niveau supérieur de la bétonnière, il faut chercher un point d'appui en se tenant vigoureusement avec les mains. Mais le passage de la bétonnière dans la partie inférieure de la cheminée est extrêmement facile à cause du rebord qui règne tout autour de la bétonnière, qui est d'ailleurs éclairée.

Or, il résulte de la déclaration de Picaux que c'est dans la seconde partie de l'opération, elle précisément qui n'offre pas de danger spécial, qu'il a fait sa chute⁸².

Le segment de la cheminée reconnu délicat à franchir et désigné comme « bétonnière », correspond à un raccord permettant de l'utiliser pour le coulage du béton destiné à combler la chambre à la fin des travaux de terrassement. Attribuant l'accident à une inadvertance plutôt qu'à la configuration des lieux – nous y reviendrons –, l'ingénieur ordinaire juge exclu « de conclure à une imprudence de la part de l'entrepreneur, ou défaut de surveillance de la part de l'administration⁸³ ». Touchant la question cruciale de la responsabilité, la remarque illustre la complexité des rapports entre administration, entreprises et ingénieurs dans le cas d'un chantier public. L'entrepreneur est « entièrement et uniquement responsable des accidents qui pourraient survenir » notamment « en ce qui concerne la sécurité des ouvriers⁸⁴ » mais le cahier des charges attribue aussi de fait aux ingénieurs une autorité en la matière, au titre du contrôle inhérent de leur fonction, en prévoyant que le cas échéant ils puissent donner des « instructions [...] pour assurer la sécurité du travail et des ouvriers⁸⁵ ». Cet incident en fournit précisément une illustration, relevée dans le journal de chantier ce jour-là. Au cours de l'enquête que mène Lavallez immédiatement après

81. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Picaux et Gorisse, 27 octobre 1893.

82. *Ibid.*

83. *Ibid.* Le rapport est rédigé quelques jours plus tard, postérieurement au deuxième accident, dont les conséquences sont plus sérieuses, s'étant soldé par un décès.

84. Arch. DVD/SSOA, cahier des charges relatif à la construction du pont Mirabeau, 7 mars 1893, art. 68.

85. *Ibid.*

avoir secouru les blessés, il note que « les échelles du tube de la bétonnière ne se trouvaient pas en face l'une de l'autre⁸⁶ ». Sans qu'il soit possible de comprendre si ce fait a pu intervenir réellement dans la chute et/ou constituer un élément invoqué rétrospectivement par l'accidenté, il faut surtout noter que cette anomalie a immédiatement été corrigée : l'ingénieur en chef, prévenu par téléphone le jour même, a fait « aussitôt tourner le sas afin de mettre les échelles en face⁸⁷ ». L'intérêt de ces observations est double. D'une part, elles font apparaître le caisson comme un environnement de travail plus « changeant » que ne le laisse croire l'obsession généralement affichée de son étanchéité, liée au souci de maintenir la pression à l'air comprimé dans ces espaces, puisque, dans les faits, les cheminées évoluent au rythme de leur allongement et s'avèrent soumises aux possibles mouvements des sas. D'autre part, même si au titre d'outillage de chantier, les équipements requis par le fonçage restent du ressort de l'entrepreneur, le contrôle et la surveillance qu'exerce le service des Ponts et Chaussées peuvent occasionner des interventions directes de ce dernier.

Cet accident se produit à un moment où les travaux de terrassement ont presque atteint la cote prévue dans le projet comme base des fondations (10.84) sur la foi des sondages réalisés en 1890⁸⁸. Depuis le début du mois d'octobre, le caisson s'est déjà enfoncé de plus de trois mètres dans de la « craie désagrégée avec intervalles de bancs plus durs », dont les « sondages à la barre exécutés dans la chambre de travail⁸⁹ » confirment l'épaisseur. Le lendemain de la chute de Picaux, le fonçage est arrêté. Certes, la cote du « couteau » – le point le plus bas du caisson – « mesurée exactement » (10.91) est toute voisine du niveau estimé du bon sol, néanmoins la proximité de l'accident incite toutefois à s'interroger sur son incidence éventuelle sur le fait de mettre un terme presque immédiat à cette partie des opérations. La décision doit certainement être mise en relation également avec le planning général du chantier, le caisson de fondation de l'autre pile étant alors prêt à être foncé. La maçonnerie y est déjà en cours de construction au-dessus de la chambre de travail, mais les terrassements requièrent

86. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 15 octobre 1893.

87. *Ibid.*

88. Arch. DVD/SSOA, Jean Résal, « Construction du pont Mirabeau. Projet d'exécution. Rapport de l'ingénieur ordinaire », 19 septembre 1890. D'après les sondages, le « terrain solide » est composé de craie compacte, recouverte d'une couche de « marne inconsistante » puis de sable diluvien.

89. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 14 octobre 1893.

l'emploi de l'air comprimé et du matériel encore en service sur la première pile. Pour l'achèvement de celle-ci (Fig. 3), les étapes suivantes s'enchaînent aussitôt afin de procéder au comblement de la chambre de travail et de ses cheminées d'accès⁹⁰. Avant de remplir entièrement ces volumes avec le « béton de cailloux et ciment de portland » évoqué dans le descriptif – solution courante, adoptée dès le départ pour ce type de travaux –, il est prévu de niveler le fond du caisson, d'y installer des drains et de construire une « banquette » en maçonnerie au pourtour de la chambre de travail pour assurer l'étanchéité entre le sol et les parois verticales. La première journée consacrée à ce travail, le 17 octobre, est interrompue par un autre accident grave, deux jours après le précédent. À 6h du soir au moment du changement de poste, un des maçons employés à ce travail, présent depuis midi dans le caisson, s'évanouit après avoir éclusé, « le sang lui sort[ant] pas le nez⁹¹ ». Malgré les soins prodigués à l'ouvrier, le docteur Simard, arrivé sur place trente minutes plus tard ne peut que constater son décès par arrêt du cœur.

Comme le précisent les rapports, les maçons affectés à cette tâche « nouvellement embauchés », n'étaient « jamais descendus dans l'air comprimé⁹² ». Pour cette raison, le surveillant de l'administration accompagne leur remontée, se chargeant personnellement de l'éclusage « avec d'autant plus de modération et de lenteur⁹³ » qu'il les sait inaccoutumés à cet environnement. Au-delà du drame humain, cet accident met au jour des réalités bien différentes des situations exposées par les ouvrages techniques et les traités hygiénistes. La présence de maçons dans le caisson est inhabituelle, nous l'avons vu, et même si elle reste ici très ponctuelle, induite par le soin particulier que réclame la réalisation d'un élément bien précis du projet, elle nécessite de faire appel à de nouvelles recrues, moins regardantes probablement à descendre sous terre que leurs confères déjà présents sur le chantier. Selon le journal des travaux, ils sont entre quatre et huit dans chacune des quatre équipes qui se sont relayées ce jour-là. L'âge de la victime – sur lequel ces sources sont muettes – peut également étonner : Joseph Élie Héraud, maçon de la Drôme résidant dans le 15^e arrondissement, avait 51 ans⁹⁴.

90. Elles se rempliraient d'eau dès l'arrêt du soufflage d'air comprimé.

91. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 17 octobre 1893.

92. *Ibid.*

93. Arch. DVD/SSOA, Rapport de l'ingénieur ordinaire, Alby, 27 octobre 1893.

94. Arch. Paris, V4E 9997, acte de décès de Joseph Élie Héraud, Mairie du 16^e arrondissement.

La tâche qui lui est attribuée semble peu concorder avec les recommandations des manuels techniques, préconisant comme l'écrivent Degrand et Résal d'employer seulement « des hommes jeunes, ayant autant que possible moins de trente ans, bien constitués, bien portants et d'une conduite régulière⁹⁵ ». Si l'incidence de l'âge des ouvriers sur la capacité de supporter la décompression avait été mise en évidence dès les travaux fondateurs de Pol et Watelle, les faits observés sur la construction du pont Mirabeau peuvent faire écho à l'admission sur les chantiers étrangers – aux États-Unis et en Autriche notamment – de tubistes quadragénaires et même quinquagénaires, tenant à l'idée que certains pouvaient avoir conservé une bonne condition physiologique⁹⁶. Dès lors, plus déterminante encore apparaît une autre précaution suggérée par la littérature spécialisée, celle de soumettre tout homme devant intervenir dans la chambre de travail « à la visite d'un médecin, chargé de vérifier s'il a toutes les aptitudes voulues pour supporter l'action de l'air comprimé⁹⁷ ». Un tel examen a-t-il eu lieu pour le maçon décédé, ici simple intervenant occasionnel ? « L'enquête faite après l'accident a fait voir que rien ne permettait de soupçonner l'effet de l'air comprimé » sur ce dernier, rapporte l'ingénieur ordinaire, « le médecin appelé pour lui donner les premiers soins a même remarqué son apparence vigoureuse⁹⁸ »...

À l'issue de la journée marquée par l'accident, l'achèvement de la banquette prévue en maçonnerie, dont seule une moitié a été réalisée, fait l'objet d'un changement de technique d'exécution qu'explique l'ingénieur ordinaire. « Pour éviter le retour d'un accident de pareille nature et surtout pour assurer la prompte exécution des travaux qui se trouvait compromise par la difficulté de recruter des maçons, nous avons autorisé sous notre responsabilité la substitution du béton à la maçonnerie de mortier⁹⁹. » La décision revient certes à étendre l'emploi du procédé choisi pour combler la chambre de travail, mais pour minime que puisse paraître la modification, elle témoigne, de la part des ingénieurs, d'une appréciation « humaine » des tâches, trahissant à la fois l'image qu'ils se font des corps de métiers et

95. Degrand, Résal, 1888, p. 287.

96. Ce que confirme à posteriori Vallin, 1907.

97. Degrand, Résal, 1888, p. 286.

98. Arch. DVD/SSOA, Rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Héraud, 27 octobre 1893.

99. *Ibid.*

la manière de remédier à leurs lacunes déclarées. L'avantage du béton est de pouvoir être coulé rapidement et mis en œuvre par « les manœuvres ordinaires qu'on emploie pour l'opération de fonçage, c'est-à-dire des ouvriers habitués à travailler dans l'air comprimé¹⁰⁰ ». Toutefois, le soin particulier que réclame le remplissage parfait de la chambre de travail – pour ne laisser aucun vide résiduel, en particulier au contact des parties métalliques, et éviter ainsi tout risque de tassement qui en résulterait – conduit les auteurs de manuels de construction à déplorer les défauts de cette main-d'œuvre, « sans aptitudes suffisantes pour faire de la maçonnerie », employée dans une configuration où « la surveillance des conducteurs et des ingénieurs est fort difficile¹⁰¹ ». La fabrication du matériau en surface recourt – comme d'autres postes du chantier – à un outillage mécanique, une bétonnière, bien utile en raison de la quantité de béton à produire. Celui-ci est versé à l'intérieur de la pile au moyen d'une tubulure – une « pipe » dans le langage du chantier – branchée sur la cheminée du sas Montagnier aval (Fig. 6). Symptomatique de la recherche de solutions techniques pour pallier les incertitudes de la main-d'œuvre, l'étape délicate venant parachever le comblement de la chambre de travail consiste à y verser un coulis de ciment Portland liquide, destiné à venir épouser l'espace libre entre le béton et le plafond. L'air comprimé joue encore à ce stade un rôle moteur, sa maîtrise est même cruciale, puisque la pression doit être suffisante pour pousser le ciment dans les vides mais pas trop forte sous peine de voir celui-ci pénétrer trop en profondeur sans rester dans la partie supérieure.

Envisager les défaillances matérielles de l'outillage et les accidents touchant les ouvriers comme des facteurs de désorganisation du chantier peut inviter à interroger conjointement leurs effets. Néanmoins, au-delà d'apparents traits communs à ces divers épisodes – notamment les compromis d'ordre technique qu'ils induisent –, leur confrontation fait surtout ressortir tout ce qui sépare ces deux types d'imprévus. Rapportés à la marche des travaux, les ralentissements ou les interruptions que provoquent les dommages corporels des ouvriers s'avèrent finalement moins pesants, à en juger par les rapports quotidiens de Lavalley, que les dysfonctionnements du matériel de chantier ou son indisponibilité, comme lorsque l'absence de

100. Chaix, p. 615.

101. Degrand, Résal, 1888, p. 243.

bateaux pour évacuer les déblais stoppe le fonçage du caisson¹⁰². L'intérêt historique que présentent les deux accidents survenus dans la chambre de travail tient, nous l'avons vu, aux liens qu'ils entretiennent avec la conduite des travaux, en s'inscrivant inopinément à l'articulation des tâches, mais surtout en infléchissant le cours du processus constructif et en modifiant la conception de l'ouvrage. Les rapports rédigés par l'ingénieur ordinaire Amédée Alby à propos de chacun de ces deux cas manifestent une même volonté de mettre hors de cause l'entrepreneur et l'administration, en s'efforçant de lever tout doute qui pourrait laisser penser à « une imprudence » du premier ou à un « défaut de surveillance¹⁰³ » de la seconde. Le sens de ces documents est à appréhender dans un contexte préalable à la loi de 1898 – qui institue une procédure systématique d'indemnisation des ouvriers victimes d'accidents – soit à un moment où, pour demander réparation, ces derniers doivent invoquer la faute de leur employeur. Il est intéressant de relever les différences d'argumentation entre les deux rapports d'Amédée Alby, visiblement rédigés le même jour et implicitement sous-tendus par la proximité entre les deux cas. L'un des points les plus notables est certainement le contraste entre l'insistance sur l'expérience du tubiste Picaux, familier d'un environnement de travail qu'il pratique depuis un mois, et l'invocation du défaut de préparation du maçon Héraud, descendu pour la première fois dans la chambre de travail le jour fatal. Le parallèle renvoie la chute du premier à la « trop grande confiance de l'ouvrier¹⁰⁴ », quand le décès du second apparaît d'autant plus « impossible à prévenir » que « les précautions d'usage (repos avant l'éclusée pour éviter l'essoufflement, éclusage lent) avaient été prises par les soins mêmes du surveillant de l'administration¹⁰⁵ ». Dans quelle mesure le contraste du discours qui distingue la situation des deux ouvriers reflète-t-il aussi une forme de hiérarchie implicite entre leurs deux corps de métiers, trahissant « des raisonnements et logiques pratiques fondés sur une échelle d'importance des individus¹⁰⁶ » ? Plus encore que pour l'exploration des raisons

102. Arch. DVD/SSOA, Lavallez, journal de chantier, 6 octobre 1893. « Le travail de fonçage a été arrêté à 5h du matin, par suite du manque de bateau ».

103. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Picaux et Gorisse, 27 octobre 1893.

104. *Ibid.*

105. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Héraud, 27 octobre 1893.

106. Cahen, Cavalin et Rosental, 2016, p. 16.

possibles de l'accident, les deux rapports diffèrent nettement par l'indication des mesures prises pour en éviter la répétition. Seul le second consacre quelques lignes au sujet : dans l'urgence du chantier, la prise en compte de la mort du maçon Héraud conduit à revoir la réalisation des fondations du pont, sur un point certes secondaire en apparence, et à adopter une solution moins satisfaisante techniquement, mais explicitement destinée à éviter « le retour » d'un drame comparable. La décision traduit certainement une prudence aiguisée par ce redoublement d'accidents et leurs conséquences éventuelles, mais elle atteste surtout une conscience de la part « humaine » du chantier. De ce point de vue, l'attitude dont témoigne le rapport d'Alby se rattache à une manière de prendre en compte les réalités du travail de l'ouvrier qui est ancrée depuis le XVIII^e siècle dans la culture et la pratique des ingénieurs, sous-tendue par des préoccupations de maîtrise dynamique des coûts mais traduisant aussi une « fascination pour la résolution de la question du rapport de l'homme aux techniques¹⁰⁷ ». Envisagés sous l'angle de cette aspiration à la rationalisation, « maladies, accidents et grèves », au même titre que le manque de qualification ou les difficultés de communication, relèvent des « contraintes d'autant plus difficiles à gérer qu'elles sont le plus souvent imprévisibles¹⁰⁸ ». Dans quelle mesure le cas présent reflète-t-il une forme de conscience morale qui, si elle n'est pas de l'ordre de la « responsabilité » – alors au cœur des débats juridiques et législatifs à propos des accidents du travail¹⁰⁹ –, renverrait du moins aux « devoirs les plus impérieux¹¹⁰ » que Degrand et Résal attendent d'un ingénieur de l'administration ? Plus marqué encore que les recommandations à la vigilance en matière de sécurité devenues habituelles dans la littérature technique¹¹¹, le registre presque « civique » du propos peut vraisemblablement se rapporter au milieu professionnel des deux auteurs, ingénieurs actifs dans les services de l'État. C'est autant l'étroitesse des liens entre ces derniers et les protagonistes du pont Mirabeau – avec Jean Résal comme point de

107. Grelon, 1995, p. 168.

108. *Ibid.*

109. Ewald, 1981 ; Hesse, 1979 ; Le Gall, 1981.

110. Degrand, Résal, 1888, p. 286. « Tout ingénieur chargé de diriger des travaux exécutés au moyen de l'air comprimé doit mettre au nombre de ses devoirs les plus impérieux l'obligation de veiller à ce que toutes les précautions conseillées par l'expérience, en vue de préserver dans la plus large mesure possible la santé des ouvriers, soient rigoureusement observées ».

111. Voir par exemple la recommandation de Alphonse Debaue, citée plus haut : Debaue, 1885, p. 400.

contact – que l’inscription de ce chantier dans la commande publique qui conduit ici à interpréter la décision technique dans la perspective des convictions que les ingénieurs revendiquent alors plus volontiers en ce qui concerne leur « rôle social »¹¹².

Un environnement mécanisé tributaire de la vigueur physique ?

Au filtre d’une question comme celle des accidents et des pannes, le regard ici porté sur le chantier du pont Mirabeau permet d’aborder les procédés de fondations par air comprimé sous un jour certes moins lisse que celui qu’en donnent les publications techniques. En premier lieu, cette investigation permet de mieux apprécier les mesures proposées au début du xx^e siècle en France pour réglementer ce type de travaux, dont les tubistes incarnent d’autant plus la figure phare que les réalités de grands chantiers comme celui du métro parisien viennent étayer leurs revendications en ce sens¹¹³. Si d’autres corps de métiers sont engagés à tous les stades du fonçage, exposés quant à eux à des risques certes moins spécifiques à cette technique mais tout aussi avérés, la manière dont la réglementation envisage le travail dans l’air comprimé témoigne d’une prise en compte plus globale de son cadre, jusqu’à veiller à ce qui se passe à l’air libre. Le règlement élaboré par la commission d’hygiène industrielle du ministère du Travail et adopté par décret en 1908 porte pour l’essentiel sur les points déjà discutés de longue date, à savoir les procédures et le temps nécessaire pour les opérations de compression et de décompression. Il insiste sur le fait que ces dernières doivent être effectuées par un agent spécialisé, mais fixe également les dimensions minimales du caisson et des écluses. Sans rentrer ici dans les débats qui, par souci de pragmatisme, ont conduit à adopter des durées moindres que celles prescrites par Hermann von Schrötter peu avant¹¹⁴, il faut remarquer que le texte du décret – plus fermement que les prescriptions antérieures – fait preuve d’une vigilance particulière quant au déplacement des tubistes sur le chantier. Les points relatifs aux précautions à prendre pour prévenir les « chutes dangereuses des ouvriers à la

112. Grelon, 1995 ; Grall, 2004, en particulier p. 38-44 ; Thépot, 1985 ; Savoye, Audren, 2008.

113. Bonneff, (1908) 1984.

114. Vallin, 1907.

sortie de l'écluse¹¹⁵ » et pour maintenir les accès aux cheminées en « parfait état d'entretien et de propreté¹¹⁶ » sont autant de mesures traduisant une acception extensive de l'environnement de travail que constitue le caisson.

Singulière et à vrai dire sans réel équivalent à ce moment dans les milieux du bâtiment et des travaux publics, l'instauration de ce règlement renvoie plus largement à la question des risques professionnels dans ce secteur. L'argument avancé par Ernest Degrand et Jean Résal pour rassurer leurs lecteurs sur l'emploi de l'air comprimé pourrait être renversé : n'est-il pas hasardeux de souligner qu'en raison des « précautions observées », les accidents et les cas de maladies « parmi les hommes employés dans les chambres de travail [...] ne semblent pas dépasser ceux constatés, pendant les mêmes périodes, parmi les ouvriers travaillant l'air libre¹¹⁷ », sachant que les métiers de la construction sont réputés figurer parmi les plus périlleux, après ceux des mines ? Dans un domaine d'activité marqué par « la fugacité des chantiers¹¹⁸ », l'application des mesures de prévention est souvent contrariée par la nature des tâches et leur caractère mouvant. La tentation d'Amédée Alby d'attribuer l'accident de Picaux à une « confiance produite par l'habitude de côtoyer le danger¹¹⁹ » relève d'une rhétorique de l'imprudence, fréquente sous la plume des employeurs, des médecins comme des administrations, attribuant l'origine des blessures ou des pathologies au comportement des individus et aux facteurs humains plus qu'aux données du cadre professionnel¹²⁰. Pour réductrice qu'elle puisse être ici, cette présomption de négligence voire d'inconscience doit être confrontée aux difficultés que rencontre l'historien pour saisir les mentalités ouvrières dans les milieux du bâtiment et des travaux publics. La question vaudrait pour la relation à la providence, attestée au moins jusqu'au début du xx^e siècle dans le sud de la France¹²¹. Mais elle éclairerait aussi les attitudes vis-à-vis des prescriptions en matière de sécurité. À quel point ces dernières se heurtent-elles – comme pour d'autres métiers dangereux – à une culture « où se mêlent fierté et conjuration de la peur », où l'ignorance, la routine voire

115. [Ministère du Travail et de la prévoyance sociale], 1909, décret du 15 décembre 1908, art. 7.

116. *Ibid.*, art. 9.

117. Degrand, Résal, 1888, p. 289.

118. Dodier, 1986.

119. Arch. DVD/SSOA, rapport de l'ingénieur ordinaire Alby sur l'accident de Picaux et Gorisse, 27 octobre 1893.

120. Jarrige, 2016, p. 75-78 ; Bruno, Geerkens, Hatzfeld *et al.* (dir.), 2011.

121. Desroches, 2015 ; Nègre, 2018.

l'attachement au geste optimal rendent « l'idée même de prévention [...] déplacée¹²² » ? Dans quelle mesure la tension voire les contradictions entre le planning et les mesures de prévention – que reconnaissent aujourd'hui les acteurs – jouent-elles contre ces dernières, dessinant une culture du risque « assumée » par les ouvriers, dont « une partie du savoir-faire [...] consiste à déterminer où, quand et comment ne pas respecter les règles de sécurité afin de respecter les exigences de cadence¹²³ » ?

Aborder les procédés de fonçage par air comprimé au filtre des risques professionnels contribue enfin à mettre en lumière leur caractère équivoque au regard de l'engouement manifesté à la fin du XIX^e siècle pour la mécanisation des chantiers, mais dont les vicissitudes recouvrent dans les faits différentes manières d'envisager l'efficacité technique par les acteurs¹²⁴. Aux yeux des ingénieurs et de l'entrepreneur chargés de présenter ces procédés au Congrès international des procédés de construction lors de l'Exposition universelle de 1889, il ne fait aucun doute que « l'extension très rapidement croissante » prise par l'outillage et les « engins mécaniques de toutes sortes mus par la vapeur, l'eau ou l'air comprimé, l'électricité même » concourt aux « progrès¹²⁵ » de ce type de travaux. Une illustration en est même donnée par la confrontation du nombre d'hommes et de chevaux-vapeur employés sur trois réalisations de l'entreprise Hersent de 1869 à 1887 (régularisation du Danube, ports d'Anvers et de Lisbonne). Affichant une évolution de 0,60 CV à 1,92 CV par homme, les chiffres tendent à persuader que « les grands chantiers emploient donc maintenant plus de machines que d'hommes¹²⁶ ». Pour autant, l'importance des effectifs humains également listés (de 3 500 à 1 300 hommes) invite à lire ces données à rebours. Nécessitant une main-d'œuvre assez conséquente, le fonçage de caissons par air comprimé tisse des relations complexes et ambiguës entre travail physique, dispositif mécanique et environnement technique. Si l'air comprimé apparaît à ses promoteurs propre à « substituer les machines à la main de l'homme partout où la force n'a pas besoin d'être intelligente¹²⁷ », son application au génie civil fournit certes une

122. Moriceau, 2009, p. 181.

123. Jounin, 2006, p. 87.

124. Rauhut, 2012.

125. Hersent, de Préaudeau, Terrier, 1891, p. 218.

126. *Ibid.*

127. Pernollet, 1876, p. X.

illustration patente de cette ambition avec la conception des premiers perforateurs pneumatiques – plus tard renommés marteaux-piqueurs – utilisés pour le percement du tunnel ferroviaire de Fréjus (1857-1871). Son rôle, d'un tout autre ordre dans le domaine des caissons de fondation ou de tunnel, est certes essentiel à l'assèchement de la zone de travail, mais sa puissance mécanique potentielle n'est qu'exceptionnellement mise à profit pour les tâches de fonçage proprement dites, tout au plus pour l'évacuation des déblais comme ici au pont Mirabeau. Plus ironiquement encore, dans cet environnement contraignant, alors que le travail des terrassiers n'appelle pas de qualifications particulières, la condition même de tubiste requiert, nous l'avons vu, une bonne constitution physique. Implicite pendant longtemps, présumée peut-être davantage par les entrepreneurs que par les ouvriers, l'exigence devient même réglementaire dès le début du xx^e siècle, dès lors que les candidats à ce travail sont soumis à l'examen d'un médecin chargé d'attester leur « pleine santé¹²⁸ », l'adéquation avec « les conditions physiologiques désirables¹²⁹ », l'absence d'affection mais aussi de signes d'alcoolisme, « tout le monde [étant] d'accord [...] pour reconnaître que les tubistes sobres conservent la même vigueur et la même résistance qu'au grand air¹³⁰ ». La définition physique de l'ouvrier que dessine cette approche scientifique et moralisatrice mérite d'être confrontée à la mise en scène dont témoigne à la même époque la représentation des travailleurs du bâtiment comme autant d'« individus musclés, fortement charpentés, au corps dressé et imposant¹³¹ ». Une telle construction esthétique, produite par des artistes engagés, n'est pas dénuée de sous-entendus idéologiques : en contrepoint de l'image du corps « souffreteux et soumis » du prolétaire, ce « corps modelé par le travail physique incessant » se voit paré d'une valeur métaphorique, symbole d'« une force qui peut renverser l'ordre établi¹³² ». Sans doute ce groupe professionnel n'est-il pas étranger à cet imaginaire qui s'accorde à ses propres revendications. Dans un secteur encore dominé pour longtemps par le travail physique, les techniques de fonçage par air comprimé illustrent l'exemple d'un environnement mécanisé qui reste soumis aux « limites corporelles de l'exercice des puissances

128. Heller, Mager, von Schrötter, 1898, art 1, p. 743.

129. [Ministère du Travail et de la prévoyance sociale], 1909, p. 161, commentaire de l'art. 2.

130. Vallin, 1907, p. 666.

131. Ochandiano, 2018, p. 183.

132. *Ibid.*, p. 184.

physiques et intellectuelles du travail humain » plus qu'il ne tend vers un système permettant « à la productivité de se libérer¹³³ ».

Sources

- Archives de la Direction de la voirie et des déplacements de la Ville de Paris. Section Seine et Ouvrages d'art. Dossiers sur le pont Mirabeau. Non cotés.
- BERT Paul, *La pression barométrique : recherches de physiologie expérimentale*, G. Masson, Paris, 1878.
- BONNEFF LÉON, BONNEFF Maurice, *La vie tragique des travailleurs*, Jules Rouff et Cie, Paris, 1908 (rééd. EDI, Paris, 1984).
- BOYCOTT A. E., DAMANT G. C. C., HALDANE J. C., « The Prevention of Compressed-Air Illness », *Journal of Hygiene*, vol. 8, n° 3, juin 1908, p. 342-443.
- CHAIX J., *Traité des ponts. Première partie, Ponts en maçonnerie et tunnels*, tome II., 1890.
- CLAUDEL, Joseph, LAROQUE, L., *Pratique de l'art de construire. Maçonnerie, terrasse et plâtrerie*, 4^e éd., Dunod, Paris, 1870.
- COSTA Joseph, *Traité élémentaire de l'air comprimé (production, canalisation, emploi comme force motrice et application à l'éclairage électrique, à la ventilation, au chauffage à la ventilation, et à la fondation des piles de pont)*, Baudry, Paris, 1888
- CRÉPY P., « Les fondations du pont Mirabeau, à Paris », *Le Génie civil*, tome XXIV, n° 12, 20 janvier 1894, p. 177-181.
- DEBAUVE Alphonse, *Procédés et matériaux de construction. Tome II, Fondations*, Dunod, Paris, 1885.
- DEGRAND Ernest, RÉSAL Jean, *Ponts en maçonnerie. Tome deuxième. Construction*, Baudry et Cie, Paris, 1888.
- DENFER Jules, *Architecture et constructions civiles. Maçonnerie, tome I*, Baudry et Cie, Paris, 1891.
- FOLEÏ Antoine Édouard, *Du travail dans l'air comprimé. Étude médicale, hygiénique et biologique faite au pont d'Argenteuil*, J.-P. Baillière, Paris, 1863.
- FRANÇOIS, « Des effets de l'air comprimé sur les ouvriers travaillant dans les caissons servant de base aux piles du pont du grand Rhin », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 2^e série, tome XIV, 1860, p. 289-319.
- G. R., « Système adopté pour les fondations à grande profondeur au pont sur le Hawkesbury (Australie) », *Le Génie civil*, tome IX, n° 5, 29 mai 1886, p. 65-67.
- HELLER Richard, MAGER Wilhelm, von SCHÖTTER Hermann, « Règlement sanitaire pour les travaux dans l'air comprimé à l'exclusion des travaux de

133. Pour renverser ici une lecture du « passage au machinisme » par Lochard, 1983, p. 237.

plongeurs », *Annales des travaux publics de Belgique*, 2^e série, tome III, n° 5, octobre 1898, p. 743-748.

HERSENT Hildevert, *Note sur l'emploi de l'air comprimé pour l'exécution des ouvrages hydrauliques et spécialement des fondations : expériences faites à Bordeaux pour démontrer qu'il est possible de travailler à de plus grandes profondeurs que celles usitées*, Chaix, Paris, 1895.

HERSENT [Hildevert], PRÉAUDEAU [Albert de], TERRIER P., « Étude des divers procédés de fondations, pieux à vis, air comprimé, congélation, blocs en béton, etc », *Congrès international des procédés de construction. Comptes rendus des séances Exposition universelle 1889*, Baudry et Cie, Paris, 1891, p. 189-227.

JAMINET Alphonse, *Physical Effects of Compressed Air and of the Causes of Pathological Symptoms Produced on Man, by Increased Atmospheric Pressure employed for the sinking of Piers in the Construction of the Illinois and St-Louis Bridge*, B. & T. A. Ennis, Saint-Louis, 1871.

LECLERC DE PULLIGNY Jean Marie Félix, BOULIN Pierre, COURTOIS-SUFFIT Maurice *et al.*, *Hygiène industrielle*, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908.

MALÉZIEUX Émile. *Travaux publics des États-Unis d'Amérique en 1870. Rapport de mission*, Dunod, Paris, 1873.

[Ministère du travail et de la prévoyance sociale], « Travaux à l'air comprimé. Mesures de protection et de salubrité », *Annales des Ponts et chaussées. Mémoires et documents*, 79^e année, 8^e série, tome XLI, n° 5, septembre-octobre 1909, p. 100-176.

PERNOLET Arthur, *L'Air comprimé et ses applications : production, distribution et conditions d'emploi*, Dunod, Paris, 1876.

POL B. et WATELLE T. J. J., « Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliquée au creusement des puits à houille », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 2^e série, tome I, 1854, p. 241-279.

PRÉAUDEAU Albert de, *Procédés généraux de construction. Travaux d'art. Tome II. Construction des ouvrages*, Ch. Béranger, Paris, 1903.

TALANSIER Ch., « Les nouveaux ponts de Paris. Le pont Mirabeau », *Le Génie civil*, tome XXIX, n° 2, 9 mai 1896, p. 17-25.

[TISSANDIER Gaston, EIFFEL Gustave], « Les fondations de la Tour Eiffel », *La Nature*, 15^e année, n° 730, 28 mai 1887, p. 406-410.

VALLIN [Émile], « Rapport sur la durée du travail et l'hygiène des ouvriers tubistes travaillant dans l'air comprimé », *Bulletin de l'Inspection du travail et de l'hygiène industrielle*, 15^e année, n° 3-4, 1907, p. 661-667.

ZSCHOKKE Conrad, *Fondations à l'air comprimé. C. Zschokke, ingénieur civil entrepreneur de travaux publics à Valence (Drôme)*, Notice, A. Chaix et Cie, Paris, 1879.

Bibliographie

- APREA Salvatore, « Une pierre milliaire dans l'évolution des fondations en puits : les caissons perforateurs du premier pont ferroviaire sur le Rhin à Kehl, 1857-1858 », dans BIENVENU Gilles, MONTEIL Martial et ROUSTEAU-CHAMBON Hélène (dir.), *Construire ! Entre Antiquité et Époque contemporaine*, Actes du 3^e congrès francophone d'histoire de l'architecture, Nantes, 21-23 juin 2017, Picard, Aix-en-Provence, à paraître (2020).
- BARJOT Dominique, *La Grande entreprise française de Travaux Publics (1883-1974)*, Economica, Paris, 2006.
- BERTHONNET Arnaud, « Léon Chagnaud : un entrepreneur innovateur dans le secteur des travaux publics », *Histoire, économie et société*, vol. 18, n° 3, 1999, p. 613-642.
- BRAUDEL Fernand, *Civilisation matérielle, économie et capitalisme XV^e-XVIII^e siècle. vol. 1, Les structures du quotidien, le possible et l'impossible*, Armand Colin, Paris, 1979.
- BRUNO Anne-Sophie, GEERKENS Éric, HATZFELD Nicolas *et al.* (dir.), *La santé au travail, entre savoirs et pouvoirs (19^e-20^e siècles)*, PUR, Rennes, 2011.
- BUTLER W. P., « Caisson disease during the construction of the Eads and Brooklyn Bridges: A review », *Undersea and Hyperbaric Medical Journal*, vol. 31, n° 4, 2004, p. 445-459.
- CAHEN Fabrice, CAVALIN Catherine et ROSENAL Paul-André, « Introduction : Mesurer la valeur humaine. Morale, biopolitique, utilitarisme, XVIII^e-XXI^e siècles », *Incidence*, n° 12, 2016, p. 11-21.
- CHATELAIN Abel, « Une grande industrie motrice française attardée : le Bâtiment », *Annales ESC*, vol. XIII, n° 3, 1958, p. 573-585.
- CHRISTIANI C., DUBOIS C., *Les terrassiers en grève dans le département de la Seine, 1890-1914*, mémoire de maîtrise, Université Paris VII, 1977.
- DÉSABRES Pascal, « Quelques aspects techniques de la construction des infrastructures du métro de Paris, 1898-1910 », dans GÉROME Noëlle et MARGAIRAZ Michel (dir.), *Métro, dépôts, réseaux. Territoires et personnels des transports parisiens au XX^e siècle*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2002, p. 37-53.
- DESROCHES Emmanuel, « Miracles et sécurité sur des chantiers traditionnels », *Traverse. Le chantier dans la ville et la ville en chantier*, carnet de recherche Hypothèses, https://chantiers.hypotheses.org/898#footnote_1_898, mis en ligne le 21 décembre 2015, consulté le 28 avril 2019.
- DODIER Nicolas, « La fugacité des chantiers : Inspection du travail et prévention des risques professionnels dans le secteur du Bâtiment et travaux publics », *Sociologie et sociétés*, vol. 18, n° 2, 1986, p. 61-72.
- EWALD François, *L'État-providence*, Grasset, Paris, 1986.

- EWALD François, « Formation de la notion d'accident du travail », *Sociologie du travail*, vol. 21, n° 1, 1981, p. 3-13.
- GINZBURG Carlo, « Traces. Racines d'un paradigme indiciaire » [1979], dans id., *Mythes, emblèmes et traces. Morphologie et histoire* [1986], Paris, Verdier, 2010.
- GRALL Bernard, *Économie de forces et production d'utilités. L'émergence du calcul économique chez les ingénieurs des Ponts et Chaussées (1831-1891)*, PUR, Rennes, 2004.
- GRELON André, « L'ingénieur catholique et son rôle social », dans COHEN Yves et BAUDOÛI Rémi (dir.), *Les chantiers de la paix sociale (1900-1940)*, ENS Éditions Fontenay/Saint-Cloud, Fontenay-aux-Roses, 1995, p. 167-184.
- HESSE Philippe-Jean. « Les accidents du travail et l'idée de responsabilité civile au XIX^e siècle », *Histoire des accidents du travail*, n° 6, 1^{er} trimestre 1979, p. 1-56.
- JARRIGE François, *Techno-critiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences*, La Découverte (coll. Poche), Paris, 2016. (éd. or. 2014)
- JOUNIN Nicolas, *Chantier interdit au public. Enquête parmi les travailleurs du bâtiment*, La Découverte (coll. Poche), Paris, 2009. (1^{re} éd. 2008)
- JOUNIN Nicolas, « La sécurité au travail accaparée par les directions. Quand les ouvriers du bâtiment affrontent clandestinement le danger », *Actes de la recherche en science sociales*, n° 165, 2006, p. 72-91.
- LAMBERT Guy, « Un ballet mécanique. Images et imaginaires des "révolutions industrielles" du chantier, XIX^e-XX^e siècles », dans NÈGRE Valérie (dir.), *L'art du chantier. Construire et démolir du XVI^e au XXI^e siècle*, Cité de l'architecture et du patrimoine/Snoeck, Paris/Gand, 2018, p. 70-83.
- LAURIER Philippe, *Les machines de construction de l'Antiquité à nos jours, une histoire de l'innovation*, Presses de l'École nationale des Ponts et chaussées, Paris, 1996.
- LE GALL Yvon, « Études sur les discussions parlementaires et les divers votes préparatoires à l'adoption de la grande loi de 1898 sur la réparation des accidents industriels », *Histoire des accidents du travail*, n° 11, 1^{er} trimestre 1981, p. 1-243.
- LE ROUX Thomas (dir.), *Risques industriels. Savoirs, régulations, politiques d'assistance, fin XVII^e-début XX^e siècle*, PUR, Rennes, 2016.
- LOCHARD Jacques, « Le corps machinisé. Réflexions sur les avatars de la pathologie industrielle », *Culture technique*, n° 11, 1983, p. 234-241.
- MICHEL Alain P., « Le corpus des corps à la chaîne. Comment documenter l'histoire des gestes ouvriers sur une chaîne des années 1920 ? », dans GUIGNARD Laurence, RAGGI Pascal, et THÉVENIN Étienne (dir.), *Corps et machines à l'âge industriel*, PUR, Rennes, 2011, p. 151-165.
- MORICEAU Caroline, *Les douleurs de l'industrie. L'hygiénisme industriel en France. 1860-1914*, Éditions de l'EHESS, Paris, 2009.

- NÈGRE Valérie, « Quatre accidents saisis sur le vif », dans NÈGRE Valérie (dir.), *L'art du chantier. Construire et démolir du XVI^e au XXI^e siècle*, Cité de l'architecture et du patrimoine/Snoeck, Paris/Gand, 2018, p. 108-111.
- OCHANDIANO Jean-Luc de, « Le chantier, métaphore révolutionnaire ou lieu d'exploitation des plus faibles ? », dans NÈGRE Valérie (dir.), *L'art du chantier. Construire et démolir du XVI^e au XXI^e siècle*, Cité de l'architecture et du patrimoine/Snoeck, Paris/Gand, 2018, p. 178-189.
- PHILLIPS John L., *The Bends; Compressed Air in the History of Science, Diving and Engineering*, Yale University Press, New Haven (Conn.), 1998.
- PIERRARD Hugo, *Hommes sous pression. Regard historique sur l'air comprimé comme agent thérapeutique et responsable de pathologies professionnelles*, mémoire pour le diplôme universitaire d'histoire de la médecine, Université Paris-Descartes, 2018.
- RAUHUT Christoph, « La technique sur le tas. Aspects sociaux de l'utilisation des machines sur les chantiers de construction (Suisse, fin XIX^e siècle) », *Revue d'histoire du XIX^e siècle*, n° 45, 2012, p. 127-142.
- ROGEON Jean-Michel, « La prévention des accidents du travail dans le secteur du bâtiment et des travaux publics », *Histoire des accidents du travail*, n° 16, 1984, p. 1-131.
- SAVOYE Antoine, AUDREN Frédéric (dir.), *Naissance de l'ingénieur social. Les ingénieurs des Mines et la science sociale au XIX^e siècle. Frédéric Le Play et ses élèves*. Anthologie établie et présentée par Antoine Savoye, Frédéric Audren, Presses des Mines, Paris, 2008.
- SIROT Stéphane, « Les grèves des ouvriers du bâtiment à Paris (1898-1913) », dans CROLA Jean-François et GUILLERME André (dir.), *Histoire des métiers du bâtiment aux XIX^e et XX^e siècles*, Plan Construction et Architecture, Paris, 1991, p. 147-162.
- SMITH Paul, « Les chemins de fer atmosphériques. Première partie », *In Situ*, n° 10, 2009, en ligne : <http://journals.openedition.org/insitu/4192>.
- THÉPOT André (dir.), *L'ingénieur dans la société française*, Éditions ouvrières, Paris, 1985.
- VIET Vincent, *Les voltigeurs de la République. L'Inspection du travail en France jusqu'en 1914*, CNRS Éditions, Paris, 1994.

L'auteur

Guy Lambert est maître de conférences à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville (IPRAUS/UMR AUSser). Ses recherches portent sur les interactions entre architecture, techniques et sociétés aux ^{xix}e et ^{xx}e siècles, sous l'angle de l'histoire culturelle et matérielle. Il a récemment codirigé *Les lieux de l'enseignement technique. ^{xix}e-^{xx}e siècles* (Histoire de l'éducation, n° 147), 2017 (avec S. Lembré) et *Les architectes et la fonction publique. ^{xix}e-^{xx}e siècles*, Rennes, PUR, à paraître (avec C. Bruant et C. Callais).