

Une histoire de bulle. La mystérieuse maladie des caissons

Hugo Pierrard

*Docteur en médecine de l'Université de Liège,
médecin du travail au Grand-Duché de Luxembourg*

Prix d'histoire de la médecine Georges Robert 2018, décerné par la Société française d'histoire de la médecine, séance du 16 mars 2019 (mention médecine).



Buste en marbre posthume de Jacques Triger (1801-1867) réalisé par Gustave Alexandre Garnier (1854-1892) en 1882 pour une commande de l'état, achetée par la ville du Mans en 1883 (musée de Tessé. Copyright ville du Mans).



RÉSUMÉ | ABSTRACT

Une histoire de bulle.

La mystérieuse maladie des caissons

La maladie des caissons est née en 1839 sur les rives de la Loire. L'ingénieur Jacques Triger utilise l'air comprimé pour lutter contre l'infiltration d'eau dans un puits de sa mine de charbon. Le succès est au rendez-vous mais deux travailleurs se plaignent de douleurs articulaires inhabituelles. En 1846, le docteur Watelle et le chirurgien Pol observent les mêmes phénomènes et en tireront trois conclusions aujourd'hui encore pertinentes : 1. c'est la phase de décompression qui est dangereuse ; 2. le danger est proportionnel à la pression et à la durée d'exposition ; 3. la recompression est thérapeutique. La méthode de Triger sera également utilisée pour des travaux de génie civil (ponts à Brooklyn ou à Saint-Louis). Les médecins qui assurent la surveillance sanitaire des ouvriers mettront en œuvre, sur une base empirique, une série de mesures préventives. Il faudra attendre 30 ans et les expériences de Paul Bert pour comprendre que la maladie est le résultat de la formation de bulles d'azote dans le sang et les tissus pendant la décompression.

Mots Clés

Maladie des caissons, accidents de décompression, médecine hyperbare.

A bubble story.

The mysterious caisson disease.

Caisson disease appears in 1839 on the riverbanks of the Loire in France. The engineer Jacques Triger uses compressed air to fight against water infiltration in a shaft of his coal mine. Success is there, but two workers complain of unusual joint pain. In 1846, doctor Watelle and surgeon Pol observe the same phenomena and will draw three conclusions still relevant today: 1. the decompression phase is dangerous; 2. the danger is proportional to the pressure and duration of exposure; 3. the recompression is therapeutic. The Triger's method is also used for civil engineering works (bridges at Brooklyn or St. Louis). The Physicians who provide health surveillance of workers will implement, on an empirical basis, a series of preventive measures. However, it will take 30 years to understand with Paul Bert's experiments that the disease is the result of the formation of nitrogen bubbles in the blood and tissues during decompression.

Keywords

Caisson disease, decompression sickness, hyperbaric medicine

› « Mais finalement c'est quoi un caisson ? »

Des générations de futurs médecins se sont probablement posé la question et l'auteur de l'article¹ ne fait pas exception. Le dictionnaire de médecine du Professeur Hamburger définissait avec son habituelle précision et concision la maladie des caissons comme : « [...] l'ensemble des troubles résultant de la formation de bulles gazeuses dans le sang ou les tissus, par la suite du changement brutal de la pression ambiante, qu'il s'agisse du passage subit d'une pression élevée à la pression atmosphérique normale (plongeurs sous-marins) ou du passage brutal de la pression atmosphérique normale à une pression très basse (astronautes) ». C'était sans doute suffisant pour une discussion lors de l'oral de médecine interne mais les caissons restaient dans une brume bien mystérieuse.

L'histoire commence en 1839 à Chalonnes-sur-Loire (Maine-et-Loire) où l'ingénieur et géologue Jacques Triger (1801-1867) (figure 1) qui est aussi propriétaire de mines de charbon, se bat contre les infiltrations du fleuve dans ses puits. Puisque les pompes les plus puissantes sont incapables d'évacuer complètement l'eau, il a l'idée géniale d'utiliser la force de l'air comprimé pour lutter contre les infiltrations. C'est un succès, mais qu'en est-il des mineurs qui sont soumis aux effets de cette pression élevée ? Triger est attentif à d'éventuels effets qui découleraient



1-Buste en marbre posthume de Jacques Triger (1801-1867) réalisé par Gustave Alexandre Gamier (1854-1892) en 1882 pour une commande de l'état, achetée par la ville du Mans en 1883 (musée de Tessé. © ville du Mans).

de cette exposition insolite ; dans sa présentation à l'Académie des Sciences, en plus d'observations anecdotiques comme l'impossibilité de siffler ou la voix

nasillarde, il rapporte des effets bénéfiques : les ouvriers se sentent moins essoufflés et un mineur sourd a même recouvré en partie l'audition. Il est vrai qu'en 1832, Émile Tabarié, inventeur de Montpellier, rapporte à l'Académie des Sciences de Paris ses expériences sur l'emploi thérapeutique de l'air comprimé² et qu'en 1835 à Lyon, le docteur Charles-Gabriel Pravaz (1791-1853) inaugure son institut orthopédique et pneumatique ; dès lors pourquoi Triger devrait-il craindre des effets néfastes chez les mineurs alors que les médecins

utilisent la pression comme la nouvelle panacée ? Cependant, l'ingénieur évoque de curieux incidents survenus à la sortie du puits :

« Je dois déclarer ici que deux ouvriers après avoir passé sept heures de suite dans l'air comprimé, ont éprouvé des douleurs assez vives dans les articulations, une demi-heure après être sortis du puits. Le premier se plaignait d'une douleur extrêmement vive dans le bras gauche, et le second éprouvait une douleur semblable dans les genoux et dans l'épaule gauche ; quelques frictions faites avec de l'esprit-de-vin ont bientôt fait disparaître cette douleur chez les deux individus ; ils n'en n'ont pas moins continué leur travail les jours suivants »³.

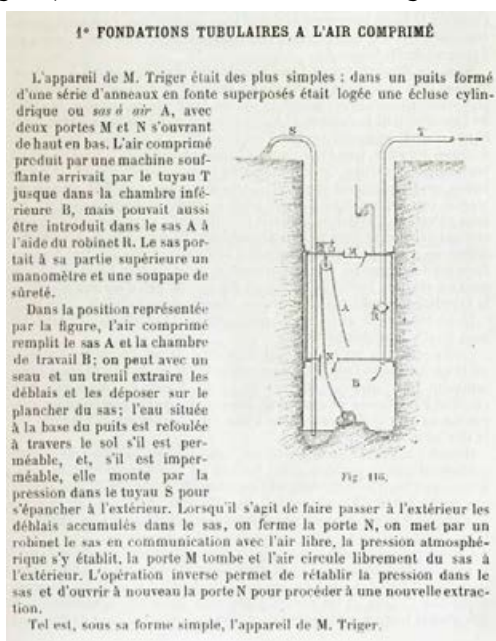
1 Hugo Pierrard, *Hommes sous pression. Regard historique sur l'air comprimé comme agent thérapeutique et responsable de pathologies professionnelles*. Mémoire pour le DU Histoire de la médecine, Univ. Descartes, Paris, 2018, consultable en ligne : http://ihmcs.fr/IMG/pdf/caisson_1_-_converted.pdf

2 Cité par Dick Clarke, *History of Hyperbaric Therapy*, in Tom S. Neuman, *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*, Elsevier, Philadelphia, 2008, 4.

3 Jacques Triger, *Mémoire sur un appareil à air comprimé pour le percement des puits de mines et autres travaux, sous les eaux et dans les sables submergés*. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, 2 novembre 1841: 884-896 et *Annales de chimie et de physique*, 1841: 234-251.

Sans le savoir, l'ingénieur Triger vient de décrire les deux premiers cas de cette maladie qui ne s'appelle pas encore la maladie des caissons...

L'histoire se poursuit en 1845 dans les houillères du Nord ; Charles Mathieu qui est le directeur de la concession minière de Douchy près de Douai enrage de ne pouvoir traverser la couche aquifère qui le sépare du charbon tant convoité : un an d'arrêt et par conséquent pas de retour sur les investissements ! C'est sans compter sur son ingénieur, Édouard Blavier, qui va utiliser l'invention de Triger pour arriver à ses fins (figure 2). Si



2-Le procédé Triger : Tiré de l'ouvrage de A. Debauxe : *Procédés et matériaux de construction : les fondations*, Dunod Editeur, Paris, 1885 (source : Gallica.bnf.fr).

les mineurs atteignent le charbon à 76 mètres de profondeur, ils rapportent de plus en plus fréquemment des douleurs articulaires qui surviennent quelques heures après la sortie. Au début Mathieu relativise : certainement la conséquence de conduites fâcheuses ou d'excès si coutumiers aux ouvriers. Mais il changera d'avis lorsque Bélonie Pol (1812-1853), le chirurgien de la compagnie minière, lui rapporte aussi les mêmes symptômes après avoir accompagné les mineurs. La situation s'aggrave et on peut facilement imaginer que la peur gagne les corons lorsque le 7 septembre 1847, Constant Méraut, maître-porion de 37 ans, décède

brutalement « privé de sentiments » à la sortie du puits. L'autopsie de la première victime de l'air comprimé ne va pas révéler les causes d'un décès si brutal mais le chirurgien Pol et le médecin douaisien Thomas-Jules Watelle (1814-1895) vont mener une véritable enquête- on dirait aujourd'hui une étude épidémiologique-, interrogeant et examinant les courageux mineurs.

Ils résumeront les affections observées chez les soixante-quatre ouvriers dans un mémoire paru en 1854⁴. Les traitements sont ceux de l'époque : saignées abondantes et répétées, sangsues, sinapismes, purgatifs et infusions diverses ; l'explication apportée par les deux hommes est pour le moins confuse, il pourrait s'agir d'une congestion viscérale causée par la compression de l'air et les douleurs musculaires s'expliqueraient par une « impression » des capillaires par un sang trop oxygéné... Ce qui est remarquable, c'est la pertinence des observations desquelles vont découler des règles de prophylaxie qui sont aujourd'hui encore d'actualité. C'est la décompression qui est dangereuse et elle est d'autant plus dangereuse que le temps de séjour est long et que la pression subie est importante. « On ne paie qu'en sortant » disaient les mineurs qui avaient compris avant les hommes de l'Art le danger de la phase de décompression. L'observation la plus originale est sans doute celle d'un ouvrier souffrant de terribles douleurs qui, au lieu d'observer le strict repos prescrit par le médecin, se hâte d'entrer à nouveau dans le puits pour s'exposer à la pression élevée afin d'être soulagé. La recompression est thérapeutique et il faudra encore attendre quelques années pour expliquer ce curieux phénomène. Un mystère non résolu demeure au sujet de ce mémoire, c'est le temps écoulé entre les observations et la publication. Sept ans ! Y-a-t-il eu des pressions pour ne pas ébruiter les effets terribles d'une nouvelle

4 Bélonie Pol et Thomas-Jules Watelle, Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliqué au creusement des puits à houille. *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 1854: 241-279.

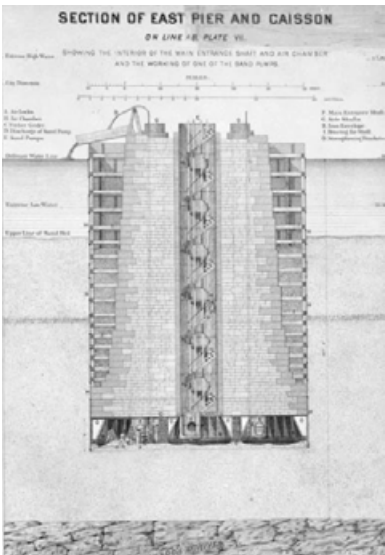


3-Pont de Kehl (source : Bibliothèque nationale et universitaire de Strasbourg)

technique promise à un grand avenir ?.

Car cette technique va connaître un engouement important non seulement dans les mines mais aussi pour les travaux publics. Nous sommes à l'époque du développement du chemin de fer, il faut construire des ponts et par conséquent assurer des fondations solides dans le lit des fleuves et on va retrouver l'air comprimé comme auxiliaire précieux aux ingénieurs. C'est à l'ingénieur qui sera le plus audacieux : le pont ferroviaire de Kehl à Strasbourg en 1859 a 235 mètres de longueur (figure 3). Sept années de construction pour l'Eads Bridge de Saint-Louis qui enjambe le Mississipi et qui comporte 3 arches de 158 mètres (figures 4 et 5). À la même époque, le fameux pont de Brooklyn commencé en 1869 aura occupé pas moins de 2400

4-Pont de Saint-Louis « Eads Bridge » sur le Mississipi. Pile de l'Est - Coupe parallèle à l'axe du pont, sur l'axe du puits central, (source : C.M. Woodward, *History of the Saint Louis Bridge*, 1881).



7-Ouvrage de 1871 du Docteur Jaminet sur ses observations lors de la construction du pont de Saint-Louis (source : Internet Archive : The Medical Heritage Library)

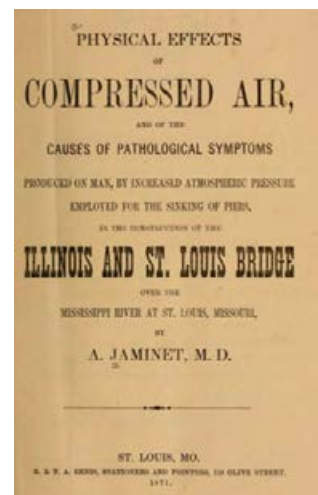


5-Pont de Saint-Louis, aspect actuel (source : Wikipédia)

ouvriers. Le procédé Triger a été adapté mais le principe reste toujours le même et les accidents aussi... C'est d'ailleurs dans ces travaux que naissent les fameux « caissons » ; imaginez une immense caisse renversée, de forme rectangulaire, en bois, de 31 mètres sur 52, assemblée sur les rives de l'Hudson et remorquée sur le fleuve à l'endroit où on souhaite construire le pilier. Imaginez encore cette caisse flottante munie de trois cheminées qui serviront de passage pour les ouvriers et les déblais, lestée de blocs de granit pour être immergée et ensuite de l'air comprimé injecté dans la caisse pour en chasser l'eau afin que les ouvriers puissent travailler et creuser les fondations au sec et vous avez ainsi une image du caisson



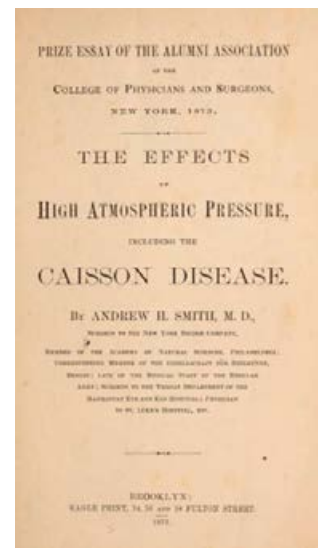
6-Pont de Brooklyn, aspect actuel (source : Wikipédia)



utilisé pour la construction du pont de Brooklyn (figures 6 et 7).

De brillants ingénieurs mais aussi d'attentifs médecins accompagneront cette aventure et ont laissé de nombreux ouvrages qui relatent leurs missions de surveillance de santé des travailleurs et de prévention des accidents⁵. Il s'agit avant l'heure de véritables médecins du travail qui non seulement prennent en charge les blessés mais aussi se donnent pour mission de prévenir l'étrange maladie. Citons entre autres le docteur Alphonse Jaminet⁶, médecin traitant de James Eads le constructeur du pont de Saint-Louis, qui en 1871 prescrit aux travailleurs souffrants une thérapeutique singulière : l'alternance d'un cordial à base de rhum de la Jamaïque aromatisé à l'anis avec un concentré de bouillon de bœuf. Jaminet est un empirique qui ne s'embarrasse guère de la physiopathologie mais met en place des mesures prophylactiques : examen médical d'embauche, interdiction du tabac, surveillance médicale régulière des travailleurs avec exclusion de ceux qui souffrent de problèmes ORL, cardiaques ou pulmonaires, mais surtout il met en place un horaire de travail qui permet une alternance de périodes de travail et de repos en fonction de la pression.

À New-York, c'est le chirurgien Andrew Smith⁷ qui est embauché en 1872 par la compagnie qui assure la construction du pont de Brooklyn (figure 8). À la différence de Jaminet, il a connaissance du mémoire de Pol et Watelle et des premiers résultats du physiologiste Paul Bert (1833-1886) qui se penche sur le sujet à Paris. C'est Smith qui va remarquer que la guérison des plaies et blessures des ouvriers est plus rapide quand ils sont exposés à la pression élevée. Enfin, il va



8-Ouvrage de 1873 du Docteur Andrew Smith sur ses observations lors de la construction du pont de Brooklyn (source : Internet Archive)

établir à proximité du pont un cylindre métallique construit pour y recevoir un malade sur son brancard dans le but de traiter les horribles douleurs articulaires par une recompression, rejoignant en cela l'observation de Pol et Watelle.

Terminons par le docteur François⁸ qui surveille les travaux du pont de Strasbourg en 1859 et qui est troublé par une vision : des poutres en chêne qui ont été soumises à la pression de l'air et qui se retrouvent plongées dans l'eau dégagent de notables quantités de bulles d'air. Eugène Bucquoy (1837-1904), un jeune étudiant en médecine qui accompagne François formalisera cette observation lorsqu'il présentera sa thèse en 1861 :

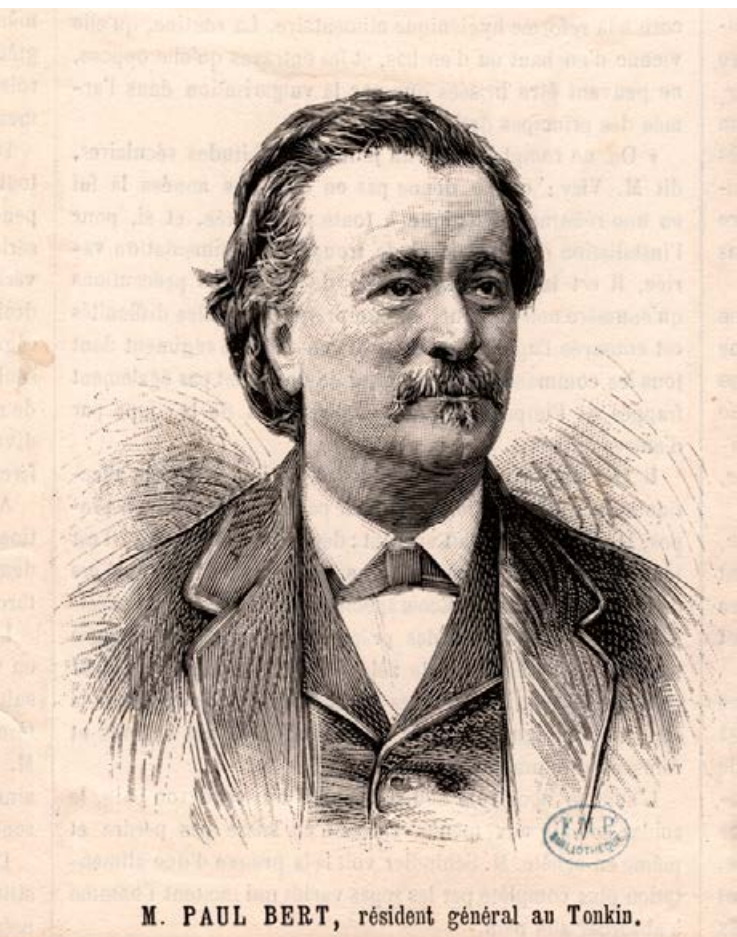
« Si on pénètre dans l'air comprimé, l'oxygène, l'acide carboniques et l'azote tenus en simple dissolution dans le sang, doivent augmenter avec la pression ; et si la compression a duré suffisamment longtemps, la loi de Dalton veut que la quantité de chacun de ces gaz absorbé par le sang soit proportionnelle à sa pression dans l'air condensé où on respire (...) Pendant et après la décompression, tous les gaz dissous en excès dans le sang (...)

5 Pour une bibliographie des études antérieures ou contemporaines en lien avec le sujet, je renvoie aux pages 12-21 de mon mémoire. Je remercie le Pr H. Watier de m'avoir indiqué des références supplémentaires en vue de nouvelles perspectives de recherches

6 Alphonse Jaminet, *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 over the Mississippi River at St. Louis, Missouri*. R&TA Ennis, Saint-Louis, 1871.

7 Andrew H. Smith, *Effects of high atmospheric pressure, including the caisson disease*. Eagle print, Brooklyn, 1873.

8 François, « Des effets de l'air comprimé sur les ouvriers travaillant dans les caissons servant de base aux piles de pont du grand Rhin ». *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 1860, série 2, t. xiv, 289-319.



9-Paul Bert : Auxerre 1833 - Hanoi 1886
(source : Bibliothèque interuniversitaire de santé, Paris)

tendront à s'échapper de ce liquide avec un effort d'autant plus grand, à séjour égal dans l'air comprimé, que la pression qu'on aura subie était plus considérable. C'est là une conséquence forcée des lois physiques sur la dissolution des gaz dans les liquides, et l'on en a un exemple commun et fréquent dans la rapidité et dans la force avec lesquelles l'acide carbonique s'échappe d'une eau gazeuse, quand on enlève le bouchon (...) il s'ensuit que le sang devient un mélange expansible qui fait sans cesse effort pour distendre ces vaisseaux et pour augmenter de volume »⁹.

Il faudra attendre la publication en 1878 des expériences de Paul Bert¹⁰, pour comprendre que la maladie s'explique par la formation de bulles d'azote dans le sang et les tissus. (Figure 9). Mais l'air comprimé nous impose la modestie. À ce jour, nous n'avons pas encore compris parfaitement les fines régulations ni les mécanismes qui donnent naissance aux bulles. L'histoire n'est pas terminée...

9 Eugène Bucquoy, *Action de l'air comprimé sur l'économie humaine*. Thèse. Strasbourg, 1861.

10 Paul Bert, *La pression barométrique : recherches de physiologie expérimentale*, G. Masson, Paris, 1878.



BIBLIOGRAPHIE

- › **Bert P.** *La pression barométrique : recherches de physiologie expérimentale.* G. Masson, Paris, 1878.
- › **Bucquoy E.** *Action de l'air comprimé sur l'économie humaine.* Thèse. Strasbourg, 1861.
- › **Clarke D.** *History of Hyperbaric Therapy.* In Neuman TS. *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy.* Elsevier, Philadelphia, 2008 : 3-23.
- › Collectif. *Dictionnaire de Médecine Flammarion,* Médecine-Sciences Flammarion, Paris, 5^e édition, 1994.
- › **Debauxe A.** *Procédés et matériaux de construction : les fondations.* Dunod Editeur, Paris, 1885.
- › **François.** Des effets de l'air comprimé sur les ouvriers travaillant dans les caissons servant de base aux piles de pont du grand Rhin. *Annales d'hygiène publique et de médecine légale,* 1860, série 2, t. XIV : 289-319.
- › **Jaminet A.** *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 over the Mississippi River at St. Louis, Missouri.* R&T.A Ennis, Saint-Louis, 1871.
- › **Pierrard H.** *Hommes sous pression. Regard historique sur l'air comprimé comme agent thérapeutique et responsable de pathologies professionnelles.* Mémoire pour le DU Histoire de la médecine, Univ. Descartes, Paris, 2018. Consultable en ligne : http://ihmcs.fr/IMG/pdf/caisson_1_-converted.pdf
- › **Pol B, Watelle TJ.** Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliqué au creusement des puits à houille. *Annales d'hygiène publique et de médecine légale,* 1854 : 241-279.
- › **Smith AH.** *Effects of high atmospheric pressure, including the caisson disease.* Eagle print, Brooklyn, 1873.
- › **Triger J.** Mémoire sur un appareil à air comprimé pour le percement des puits de mines et autres travaux, sous les eaux et dans les sables submergés. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences,* 2 novembre 1841 : 884-896 et *Annales de chimie et de physique,* 1841 : 234-251.
- › **Woodward C M.** *A history of the St. Louis bridge; containing a full account of every step in its construction and erection, and including the theory of the ribbed arch and the tests of materials. Illustrated by numerous wood-cuts and fifty full-page lithographs and artotypes.* St. Louis, G.I. Jones and Co., 1881.