

Avec l'aimable autorisation d'Arnaud Péters

## LE SAVOIR TECHNIQUE ET SA CIRCULATION À TRAVERS LES BREVETS D'INVENTION : LE CAS DES MÉTAUX NON FERREUX (1830-1854)

Arnaud Péters  
Université de Liège (CHST)  
Université catholique de Louvain

De nombreuses études sur l'innovation donnent au savoir technique, dans son acception large (savoir et savoir-faire), une place de choix. C'est désormais un truisme d'affirmer que sa bonne diffusion contribue directement à l'innovation. Les modalités de cette diffusion méritent toutefois encore d'être éclairées, notamment à l'époque de la première industrialisation et dans le contexte particulier de la jeune Belgique soucieuse de se renforcer par un développement économique et industriel. Les brevets qui possèdent un volet technique avec description de l'invention à valeur légale constituent à cet égard une source du plus haut intérêt<sup>1</sup>. De décembre 1830, moment où le Bureau des brevets se remet au travail (après les événements de septembre) à juin 1854, 7502 brevets sont concédés par cette administration<sup>2</sup>. Dans la pratique, on sait qu'une grande diversité caractérise les séries de brevets des points de vue de l'impact commercial, de la signification technique ou de l'application industrielle des inventions. Ils doivent être considérés comme des instantanés<sup>3</sup>.

Au vu de ces difficultés, l'étude de cas semble l'approche la plus pertinente, comme en attestent d'ailleurs de nombreux travaux consacrés à l'étude de la prise de brevets par secteur, domaine technique, société ou même milieu économique<sup>4</sup>. Le choix des métaux non-ferreux permet de constituer un corpus de 151 brevets à étudier. Il s'impose pour plusieurs raisons dont les plus évidentes sont l'intérêt technique et la structure du paysage industriel<sup>5</sup>. Rappelons, en outre, que l'historiographie de la Révolution industrielle en Belgique n'a guère accordé aux métaux autres que le fer un intérêt majeur<sup>6</sup>.

1. Ils sont conçus, par l'État belge, à l'image des revues techniques, des concours et expositions, ou des voyages d'étude, comme un outil devant assurer sa circulation et, in fine, favoriser l'innovation. M. Dorban, *Circulation et diffusion du savoir et de l'information techniques aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. État de la question*, dans *Innovation, savoir-faire, performance. Vers une histoire économique de la Wallonie*, Charleroi, 2005, pp. 97-131. Le « système belge des brevets » a, quant à lui, fait l'objet d'une étude introductive : A. Péters, *Le système belge des brevets au XIX<sup>e</sup> siècle*, dans *Actes du Colloque Départemental d'Histoire « Nouvelles sources, nouvelles approches, nouvelles méthodes dans la recherche historique » (Université Catholique de Louvain - Département d'Histoire), Louvain-la-Neuve, 9-10 mai 2006*.

2. La codification de la propriété industrielle en Belgique se fait en plusieurs étapes. L'avènement de la législation révolutionnaire en France apparaît comme un pertinent point de départ (1791). La filiation entre cette loi française, appliquée sur le sol belge durant les annexions à la France, et la loi belgo-hollandaise de 1817, absorbée dans le droit belge après l'indépendance de 1830, est évidente. En 1854, une nouvelle législation entre en vigueur. Elle sera d'application jusque 1984.

3. Les limites des brevets et les difficultés de l'analyse historique ont d'ailleurs fait l'objet de longs débats. Voir à ce sujet Z. Griliches, *Patent Statistics as Economic Indicator: a survey*, dans *Journal of Economic Literature*, t. 28 (4), 1990, pp. 1661-1707.

4. Voir, par exemple, une série d'articles publiés dans F. Caron (sous la dir.), *Les brevets : leur utilisation en Histoire des techniques et de l'économie*, Paris, 1984. Et, pour la Belgique, une intéressante étude du cas de la prise de brevets chez les industriels hutois doit être mentionnée : M. Üris, *Inventivité technique et naissance d'industries innovantes en Belgique, 1860-1910*, dans *Proceedings of the xxth International Congress of History of Science. Liège, 20-26 July 1997*, t. 6, Turnhout, 2000, pp. 136-162.

5. L'appréhension des contenus techniques des brevets nécessitait le recours à un volume important de sources susceptibles d'éclairer sur l'état de la technologie, la nature du marché, les forces en présence, etc. À cet égard, la consultation du fonds d'archives de la S.A. des Mines de zinc et Fonderies de la Vieille Montagne - conservé par le CHST aux Archives de l'Etat à Liège - constitua une opportunité déterminante.

6. Il est vrai qu'ils ne constituent pas un secteur leader de la première industrialisation comme en atteste leur faible poids économique avant 1850.

## 1. Les non ferreux au temps de la Révolution industrielle

Dans la Belgique en cours d'industrialisation, les métaux non ferreux ne constituent aucunement un « secteur industriel ». En effet, seuls le zinc et le plomb, les deux seules ressources non ferreuses disponibles (avec une différence considérable en termes d'abondance) dans les sous-sols belges, font l'objet d'une exploitation proprement industrielle<sup>7</sup>. Si le plomb est d'usage ancien, le zinc est un métal presque « inventé » au cours de la première industrialisation<sup>8</sup>. Ce n'est qu'à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec l'épuisement des gisements nationaux et le traitement massif de nouveaux minerais importés qu'un véritable secteur émerge lentement.

### 1.1 Des gîtes plombo-zincifères aux usines

Dans les gîtes métallifères belges, zinc et plomb étaient régulièrement associés<sup>9</sup>. Leur carte et leur typologie sont bien connues grâce à une abondante littérature technique à la fois historique et contemporaine<sup>10</sup>. On sait que du point de vue géologique trois groupes majeurs se distinguent : le *synclinorium* de Dinant-le moins important d'un point de vue industriel, pénalisé par l'absence de charbon-, le *synclinorium* de Namur qui s'étend sur la rive gauche de la Meuse entre Namur et Liège<sup>11</sup>, et le *synclinorium* de Verviers, le plus riche, surtout en calamine<sup>12</sup>. L'ensemble de ces gîtes métalliques-26 au milieu du siècle - se situent donc en province de Liège et de Namur<sup>13</sup>.

Les usines, où l'on pratique la distillation réductive et dans certains cas le laminage du zinc, se multiplient avec le développement du marché du zinc, entre 1825 et 1850. Elles se concentrèrent essentiellement en Province de Liège, quelque fois à une distance respectable des concessions<sup>14</sup>. Les industries du plomb et du zinc sont alors dominées par un petit nombre de sociétés au premier rang desquelles on trouve la première multinationale d'Europe, la SA des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille Montagne créée en 1837<sup>15</sup>. La production y est alors distribuée sur les sites belges de Saint-Léonard (Liège), Angleur, Moresnet et Tilff mais aussi, dès l'origine, en France et en Angleterre<sup>16</sup>. Au milieu du siècle, elle poursuivra son expansion en absorbant diverses sociétés<sup>17</sup>. À côté de ce géant, confortable leader des marchés belge et européen, les sociétés les plus importantes sont la SA de la Nouvelle Montagne (1829 puis 1845 - sièges de Verviers, Prayon puis Engis), la SA de Corphalie (1831 - siège d'Antheit) et la SA des Mines de zinc et de plomb de Membach (1845). Honnis la Vieille-Montagne, la plupart de ces sociétés traitaient, outre le zinc, le plomb issu de leurs concessions<sup>18</sup>. Parmi elles, seule la Société des Mines de Plomb de Vedrin existait avant le début du XIX<sup>e</sup> siècle.

7. Les nombreuses fonderies de cuivre qui existent dans la Belgique du XIX<sup>e</sup> siècle sont en réalité liées à la fabrication du laiton. En ce qui concerne le cuivre, l'absence de ressources naturelles et de développements industriels significatifs l'éloigne des préoccupations de cette contribution. Avant le tout début du XIX<sup>e</sup> siècle, notons que le zinc y était associé pour former le laiton ou cuivre jaune. C'était, jusqu'à la mise au point par Hobson (1805) d'un procédé de laminage du zinc, le seul débouché industriel du zinc.

8. L'expression est de A.-F. Garçon (A.-F. Garçon, *Mine et Métal (1780-1880). Les non-ferreux et l'industrialisation*, Rennes, 2005).

9. En ce qui concerne le zinc, on exploite d'abord la calamine (carbonate de zinc) puis, dès le milieu des années 1840, du fait de l'épuisement de celle-ci, la blende (sulfure de zinc). En matière de plomb, les gisements bien moins riches contenaient essentiellement la galène (carbonate de plomb).

10. On trouve dans *l'Atlas des gisements plombo-zincifères du synclinorium de Verviers* (Bruxelles, 1993, pp. 467-472) un aperçu exhaustif de cette littérature due essentiellement aux géologues.

11. Les gîtes les plus importants sont ceux de Corphalie, Flône et Engis.

12. On y trouve le gîte de Moresnet (Vieille-Montagne), la mine historique de l'industrie du zinc. Le groupe de Verviers produit, dans les années 1850, les trois quarts des minerais de zinc belges.

13. 14 mines de Plomb, 2 de Zinc et 10 pour les deux métaux. *Exposé sur la situation du Royaume 1841-1850, Industrie*, Bruxelles, 1852, p. 106.

14. En 1850, 18 usines à zinc sont répertoriées en Province de Liège. Du point de vue des usines à plomb, on en trouve 6 dans la même province et 2 à Namur. *Ibid.*, p. 116. Les séries de brevets révèlent l'existence d'un pôle liégeois (1 brevet/ 3).

15. La longue histoire de cette société est abordée dans l'ouvrage de R. Brion, J.-L. Moreau, *De la Mine à Mars : la genèse d'Umicore*, Tielt, 2006. Pour l'histoire de l'industrie du zinc dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, voir une intéressante contribution : M. Oris, *Un enfant du siècle: la fabrication du zinc*, dans B. Van der Hertten, M. Oris, J. Roegiers (sous la dir.), *La Belgique industrielle en 1850 : deux cents images d'un monde nouveau*, Bruxelles, 1995, pp. 225-245.

16. Au Hon puis à Bray (France) et à Dartford (Angleterre), le zinc brut était acheminé pour être laminé à proximité des clientèles étrangères aux fins d'éviter les obstacles douaniers.

17. La SA des houillères et fonderies de zinc de Valentin-Cocq (Holloigne-aux-Pierres), qui était devenue un véritable sous-traitant, et la SA de la Grande Montagne (Flône). On note également à l'époque une importante expansion à l'étranger.

## 1.2. L'essor technologique du zinc et le recul du plomb

Si les industries du zinc et du plomb sont proches par leur géologie comme leur métallurgie, elles sont concurrentes dans leurs applications et usages. A l'origine de la Vieille Montagne et de l'industrie du zinc, on trouve une innovation majeure, œuvre de Dony<sup>19</sup>. Son nouveau four, breveté en 1810, permet de produire industriellement du zinc métallique par condensation à l'abri de l'air. Il constitue, surtout après l'expiration du brevet (1825), un important stimulant pour l'innovation locale qui permettra le perfectionnement et l'évolution du procédé liégeois<sup>20</sup>. Dans le domaine de la chimie naissante du zinc, une autre innovation importante s'impose également dans la Belgique du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. C'est le procédé de production du blanc de zinc par combustion du français Leclair. Il permet la production industrielle de ce produit et son application à la peinture. Les séries de brevets illustrent cette inventivité spécifique focalisée sur les fours à réduction et à combustion<sup>21</sup>

À l'inverse, la production du plomb, qui peut être considéré comme un sous-produit du zinc, reste marginale comme en témoignent les brevets<sup>22</sup>. Sa métallurgie, ancienne et moins favorisée par les ressources naturelles, ne bénéficie pas d'une dynamique d'innovation comparable<sup>23</sup>. Ainsi, la céruse ou blanc de plomb dont la nocivité est déjà bien connue devra s'incliner face à l'affirmation du blanc de zinc. Pour la couverture des toits, le zinc laminé se généralisera bénéficiant de sa légèreté, à nouveau au détriment du plomb.

18. Les principaux producteurs de plomb au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle sont, outre Vedrin, les sociétés de Corphalie, de Membach, de la Nouvelle Montagne (Prayon et Engis).

19. Au sein du cercle intellectuel liégeois (Villette), des essais étaient menés dès 1780. Leur ambition est d'améliorer le système anglais d'extraction du zinc mis au point au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle par William Champion. Les essais aboutirent au tout début du XIX<sup>e</sup> siècle, grâce à Dony. Voir R. HALLEUX, *Chimistes provinciaux et révolution industrielle : le cas de la Belgique*, dans *Archives internationales d'histoire des sciences*, vol. 46, n°136, juin 1996, pp. 6-22. Y est également évoquée l'imposante, mais déjà ancienne, littérature consacrée à l'invention du procédé liégeois.

20. A.-F. GARÇON, *Mine et Métal*, p. 78.

21. Au sein du corpus, 116 brevets concernent directement l'industrie du zinc. Parmi ceux-ci, 52 brevets visent l'amélioration des fours à réduction. 42 sont consacrés à la production toute neuve du blanc de zinc.

22. 35 brevets concernent directement le plomb. 9 portent sur la production de céruse ou blanc de plomb et 3 sur la fabrication de tuyaux.

23. Ce recul du plomb fut perçu par Briavoine qui, dès 1839, en attribuait déjà la cause à l'essor du zinc : *Une diminution sensible de la consommation de ce dernier métal [Pb] se fait remarquer par suite de la préférence qu'on accorde au zinc ; cependant plusieurs établissements assez importants à Liège, à Bruxelles, à Anvers, à Gand et même à Courtrai, sont occupés au laminage du plomb et à la fabrication des tuyaux sans soudures, auxquels on est parvenu depuis peu à donner une dimension presque illimitée*. N. BRIAVOINE, *Del l'industrie en Belgique. Causes de décadence et de prospérité*, Bruxelles, 1839, pp. 281-282.

## 2. Les brevets et la circulation du savoir technique

Outre le contraste déjà évoqué entre le dynamisme technologique du zinc et l'absence d'innovations liées au plomb, l'étude des contenus techniques des brevets permet de dégager quelques perspectives de recherches qui ne peuvent ici qu'être brièvement présentées.

### 2.1. La perméabilité des procédés techniques

Les brevets permettent, mieux que d'autres sources, d'appréhender la perméabilité des méthodes et procédés techniques. Le savoir technique qui y est revendiqué transcende en effet les cloisons, parfois théoriques, qui distinguent les procédés ou systèmes techniques. Ainsi, dans le domaine de la métallurgie thénique du zinc, malgré la généralisation du système liégeois, les brevets révèlent un intérêt marqué pour le système silésien et son adaptation en Belgique. Le brevet Williams du 7 août 1847 *Pour un four à réduire le zinc avec appareil de condensation* l'illustre bien. L'ingénieur hennuyer Motte revendique également, via trois brevets, l'invention d'un nouveau four de réduction de type silésien qu'il espère commercialiser en Belgique<sup>24</sup>. Cette volonté d'introduire le procédé silésien est également perceptible au sein de la Vieille-Montagne où des voyages en Silésie et de nombreux essais internes sont réalisés<sup>25</sup>.

D'autres brevets proposent l'emploi de procédés présentés comme désuets par la littérature technique de l'époque. C'est le cas, par exemple, du procédé carinthien ou four à réverbère et distillation *per descensum* (brevet Vallée du 17 mars 1845 *Pour certains perfectionnements propres à l'extraction du zinc*). Plus intéressant encore, on note la mise en valeur, dès l'époque de notre enquête et dans plusieurs brevets, des procédés mixtes empruntant à plusieurs systèmes leurs caractéristiques<sup>26</sup>. Si ces brevets n'ont pas eu d'application industrielle, ils illustrent la réflexion technique qui permet, dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, la modernisation des fours belges et silésiens<sup>27</sup>.

### 2.2. La question des transferts de technologie

L'étude des brevets d'importation, envisagée dans une contribution antérieure<sup>28</sup>, permet de mieux connaître les chemins empruntés par le changement technique et les transferts de technologie<sup>29</sup>. L'histoire des brevets Leclair du 17 janvier 1846 *Pour un procédé servant à composer une matière propre à remplacer le blanc de plomb* et du 15 mai 1847 est, à cet égard, tout à fait exemplaire. Ils symbolisent l'introduction réussie en Belgique d'une technologie innovante brevetée en France un peu plus tôt. Le procédé Leclair permettait l'oxydation des vapeurs de zinc (à la sortie de la cornue) dans un four de type silésien. Après la prise de ce brevet par l'inventeur français, la Vieille-Montagne en achète les droits d'exploitation.

24. Brevets du 31 décembre 1847, du 19 octobre 1848, du 18 septembre 1849.

25. Des essais sont notamment menés à Angleur en 1841. L'épisode est raconté dans une source importante : M. Piot, M. Muraille, *Mémoire sur la fabrication du zinc en Belgique*, dans *Annales des Mines*, 4<sup>e</sup> série, t. 5, Paris, 1844, pp. 277 et suiv.

26. Brevet de la Peyrouse (29 mars 1847), brevet Pierloz et Feldmann (31 octobre 1849), brevet Goschler (22 novembre 1849).

27. A. Lodin, *Métallurgie du zinc*, Paris, 1905, pp. 373 et suiv. et pp. 426 et suiv.

28. A. Péters, *Le système belge des brevets au XIX<sup>e</sup> siècle*. Le système belge y est décrit comme très favorable aux inventions étrangères.

29. *Les brevets constituent le principal instrument des transferts de technologie entre les nations*. F. CARON, *Introduction : Pour une économie de l'innovation*, dans F. CARON (sous la dir.), *Les brevets: leur utilisation en Histoire des techniques et de l'économie*, p. 13.

C'est le début de l'application à grande échelle du procédé de fabrication de blanc de zinc par combustion, étape importante de l'histoire de la chimie naissante du zinc<sup>30</sup>. L'usine de Valentin-Cocq en devient le principal siège de production<sup>31</sup>. Dans les années 1850, un nombre important de brevets s'attachant à améliorer voire à concurrencer le procédé Leclair sont concédés. Parmi ceux-ci, les brevets Degée, et en particulier, ceux des 6 mai 1850 *Pour un procédé propre à la fabrication du blanc de zinc* et du 16 juillet 1850, seront au cœur d'une importante polémique sur fond de rivalité commerciale<sup>32</sup>.

### 2.3. Des réponses aux principaux problèmes techniques

L'analyse du corpus de brevets démontre que la majorité d'entre eux tentent de répondre aux principaux problèmes techniques. Ce phénomène semble particulièrement évident dans le domaine de la métallurgie du zinc dont l'essor date du début du siècle. En matière de chimie du zinc, la mise en œuvre du procédé Leclair est toute neuve. Quant au plomb, on l'a dit, il intéresse bien moins les inventeurs belges.

Le procédé Dony reposait, entre autres innovations, sur le principe de creusets tubulaires inclinés vers l'avant et dans lesquels s'effectuait la distillation à l'abri de l'air. L'utilisation de ces tubes, réalisés grâce à l'argile de la région andennaise, entraînait alors plusieurs inconvénients qui constituaient autant de freins à la production industrielle de zinc métallique. Parmi ceux-ci, les bris fréquents et coûteux de creusets sont très régulièrement pointés<sup>33</sup>. Plusieurs brevets ambitionnent d'améliorer la résistance des creusets. C'est, par exemple, le cas du brevet Behr du 18 septembre 1845 *Pour un perfectionnement à la presse servant à fabriquer des creusets à zinc*. L'inventeur, patron sidérurgiste liégeois, y propose d'améliorer la confection des creusets au moyen d'une presse à piston mécanique. Au sein de la Vieille-Montagne, également, de nombreuses études et essais internes visent à remédier à cette situation<sup>34</sup>. Elle débouche d'ailleurs en 1853 sur un brevet (brevet Saint-Paul de Sinçay (directeur de la Société) du 26 octobre 1853 *Pour un four à réduire le minerai de zinc*). En matière de creusets, l'innovation déterminante sera toutefois la presse hydraulique de Dor qui s'impose à partir de 1872<sup>35</sup>.

30.A. Lodin, *Métallurgie du zinc*, p. 775.

31.Dès l'Exposition Universelle de Paris en 1855, la qualité de ce blanc de zinc et l'intérêt de sa production à grande échelle seront reconnus. *Les blancs de zinc exposés par la société de la Vieille-Montagne sont remarquablement beaux. Elle exploite les procédés de fabrication du blanc de zinc, du jaune et du vert de zinc découverts par M Leclair. Elle a l'incontestable mérite d'avoir fabriqué sur une immense échelle le blanc de zinc et d'avoir propagé la peinture faite à l'aide de ce corps, Exposition Universelle de Paris (1855) - Rapports du Jury mixte international publiés sous la direction de S.A.I. le Prince Napoléon*, t. 1, Paris, 1855, pp. 598 et suivantes.

32.La Société du Blanc de zinc, filiale de VM, l'accusera au début des années 1850 d'avoir copié les principes des brevets Leclair et les travaux menés à Valentin Cocq, Asnières et Bruxelles. Louis Degée créera au milieu des années 1850 une usine de blanc de zinc à Ougrée. Voir C. Borgnet, « Sur les brevets et la fabrication du blanc de zinc au point de vue du procès Degée ». Archives Vieille-Montagne conservées par le Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques (C.H.S.T.) (ULg) aux Archives de l'État à Liège (AEL).

Au terme de la marche d'un four à zinc liégeois (24 heures), l'opération de décrassage-remplissage des creusets, en plus d'être particulièrement nocive, était longue et fastidieuse. À partir des années 1840, les archives de la Vieille- Montagne témoignent de recherches internes intéressantes qui s'inspirent de la sidérurgie pour résoudre ce problème technique<sup>36</sup>. Entre 1840 et 1850, une quinzaine de brevets proposent, dans le même esprit, l'adaptation du haut-fourneau à fonte pour la réduction directe et continue du zinc. La qualité des contenus techniques est fort variable mais la finalité reste de parvenir à faire fonctionner en continu un nouveau type de four à zinc. Certains brevets constituent l'aboutissement de recherches approfondies. C'est le cas du brevet Lesoinne du 25 mars 1850 *Pour un système d'extraction du zinc métallique* qui est considéré comme de grande qualité par les ingénieurs de la Vieille- Montagne<sup>37</sup>. Les informations sur l'application industrielle de ces procédés sont très maigres. Nous savons toutefois que le système Lesoinne a été mis en œuvre dans une usine à zinc méconnue de la région liégeoise<sup>38</sup>. Il s'agit toutefois d'une exception et l'introduction du haut-fourneau en métallurgie du zinc, qui mobilise les spécialistes au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, sera un échec. Par les débats qu'elle génère et les normes qu'elle inspire, la nocivité de la métallurgie du zinc - et son impact environnemental - peut également être considérée comme un véritable problème technique dès les années 1830<sup>39</sup>. Cette préoccupation est également présente dans les brevets analysés (p. ex. brevet Saint-Paul de Sinçay, directeur de la Vieille-Montagne, du 28 octobre 1853 *Pour un appareil condensateur des vapeurs de zinc*).

#### 2.4. Les brevets, vecteurs efficaces du savoir technique ?

Au moment de l'essor du zinc en Belgique, se développe, au sein de la Vieille- Montagne, une véritable veille technologique<sup>40</sup>. Menée par plusieurs ingénieurs, elle vise l'étude de l'ensemble des brevets et alimente réflexions et recherches au sein de l'entreprise. Au-delà de leur qualité technique aléatoire et de leur application incertaine, ils peuvent, lorsque les structures le permettent, assumer leur vocation de vecteur du savoir technique et de stimulant de l'innovation.

33. *La fabrication à Liège, Angleur et Moresnet pêche par un bris de creusets trop considérable et par la forme des fours. A Angleur; la casse des creusets a été de 150 par 24 heures. A Liège, où l'on s'occupe davantage des précautions à prendre, on n'en a cassé en 24 heures que 58 en un jour que je m'y trouvais, et souvent l'on est au-dessus de ce nombre. A Moresnet, chaque four casse trois ou quatre creusets en 24 heures.* B. Quéno, « Note sur les gîtes de calamine de la Vieille Montagne à Moresnet et Welkemaedt et sur la fabrication du zinc à Angleur et à Liège (année 1846) ». Archives Vieille-Montagne conservées par le CHST aux AEL.

34. On y est d'autant plus résolu à trouver une parade technique que la concurrence silésienne se distingue par l'économie de ses mouffles, moins remplies. *C'est en effet l'économie de creusets qui est le principal avantage du procédé silésien. A Stolberg, on emploie de grands creusets auxquels on a donné le nom de mouffles, on les remplit moins, mais ils résistent mieux : il n'est pas sans importance d'apprécier l'avantage dont se targuent nos rivaux.* Ch. De Brouckère, « Rapports sur la production du zinc brut en Belgique et dans les Provinces rhénanes (24 août 1842) ». Archives Vieille-Montagne conservées par le CHST aux AEL.

35. E. Prost, *Métallurgie des métaux autres que le fer*, Paris-Liège, 1924, pp. 96 et suiv.

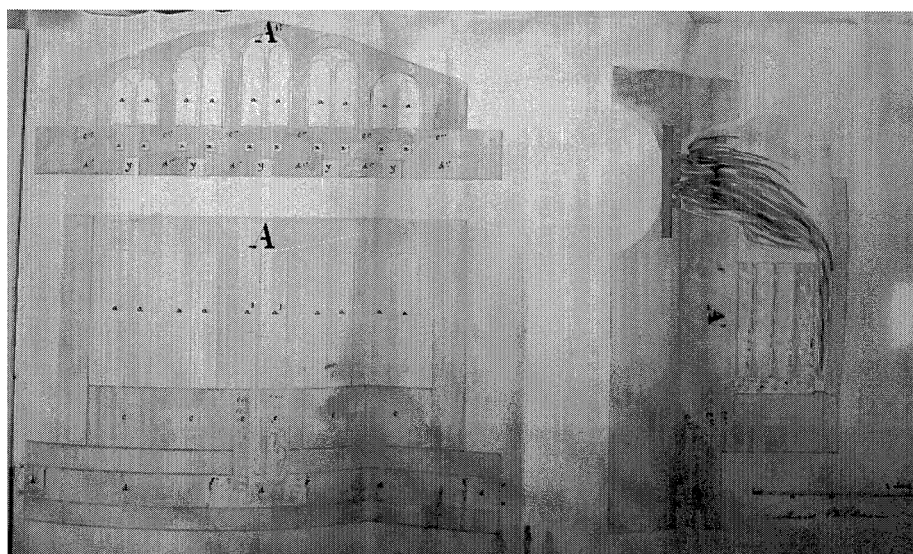
36. Cossigny, « Rapport sur le traitement direct des minerais de zinc (23 juillet 1846) » ou E. Brixhe, « Rapport sur le traitement des matières zincifères au haut fourneau ». Archives Vieille- Montagne conservées par le CHST aux AEL.

37. *Personne n'a pris autant de soin que M Lesoinne, la peine de bien doser les charges, de bien analyser les minerais, cependant il y a sans cesse des engorgements dans l'appareil ...*, dans J. Lénor, « Rapport sur les brevets d'invention sur la fabrication du zinc (25 avril 1852) ». Archives Vieille-Montagne conservées par le CHST aux AEL. Ce brevet est également décrit dans E. Lodin, *Métallurgie du zinc*, p. 714.

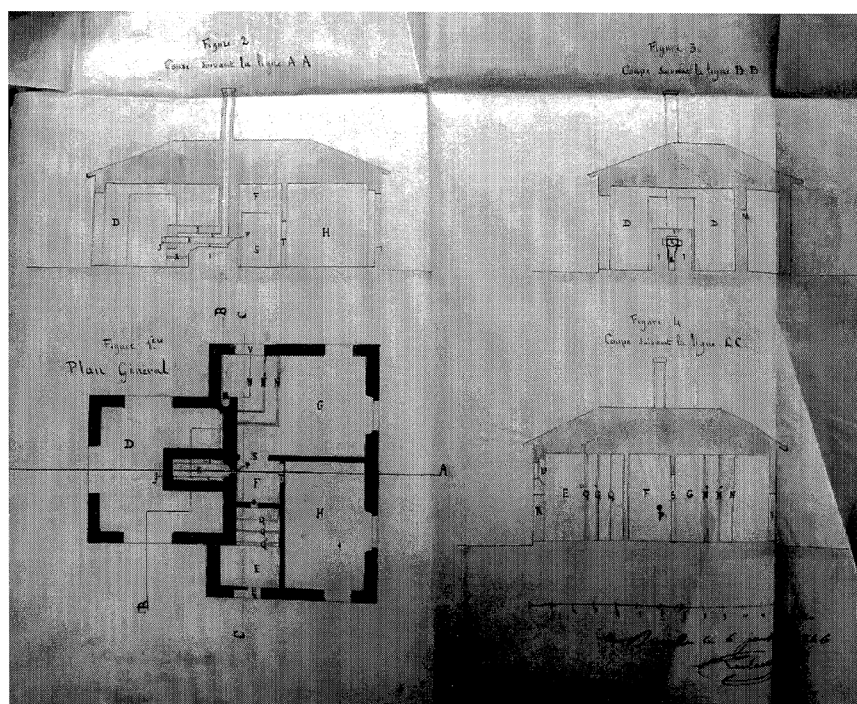
38. Voir Arrêté Royal du 4 décembre 1854 autorisant la société des Grands-Makets (Jemeppe) une usine destinée à la réduction des minerais zincifères.

39. Cette thématique a été couverte par une récente recherche présentée lors d'un récent Colloque : A. Peters, *L'essor de l'industrie du zinc et la prise en compte de l'environnement - Premières Rencontres d'histoire de l'environnement en Belgique (Belgique, Luxembourg, Congo, Rwanda, Burundi)* - FUNDP (11, 12, 13 décembre 2008).

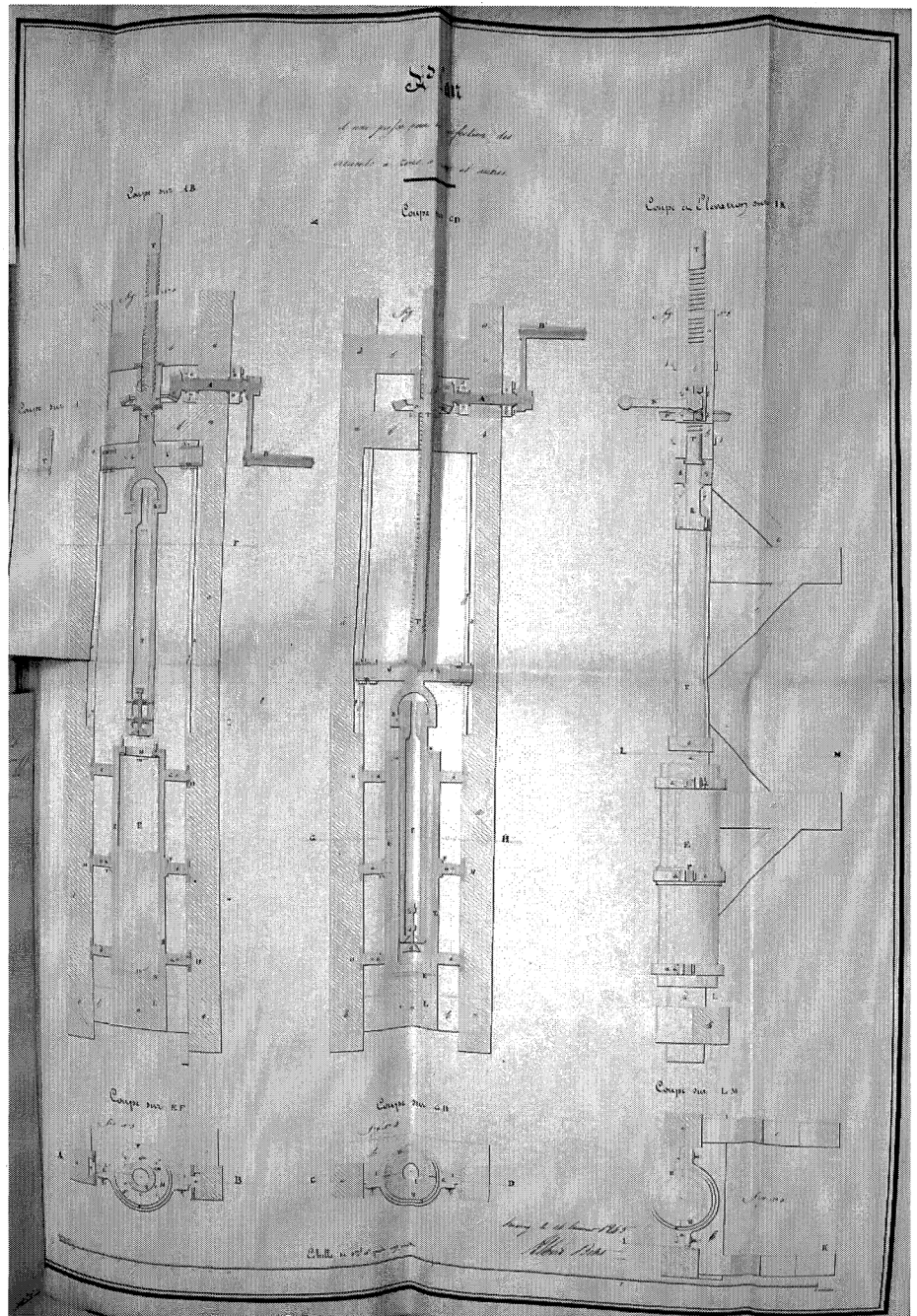
40. Analysant une série de brevets intéressant l'industrie du zinc, un ingénieur s'exprime ainsi en 1852 : *Il est bon, industriellement parlant de jeter un coup d'œil rétrospectif sur tous les travaux, sur toutes les dépenses qui ont été faites et de dresser le bilan de recherches aussi ingrates, de labeurs si décourageants avant de se lancer soi-même dans la carrière de ces expériences.* J. Lénor, « Rapport sur les brevets d'invention sur la fabrication du zinc »



*Brevet Williams du 7 août 1847  
 Pour un four à réduire le zinc avec appareil de condensation  
 Bruxelles, Archives de l'Office de propriété intellectuelle (SPF-Économie)*

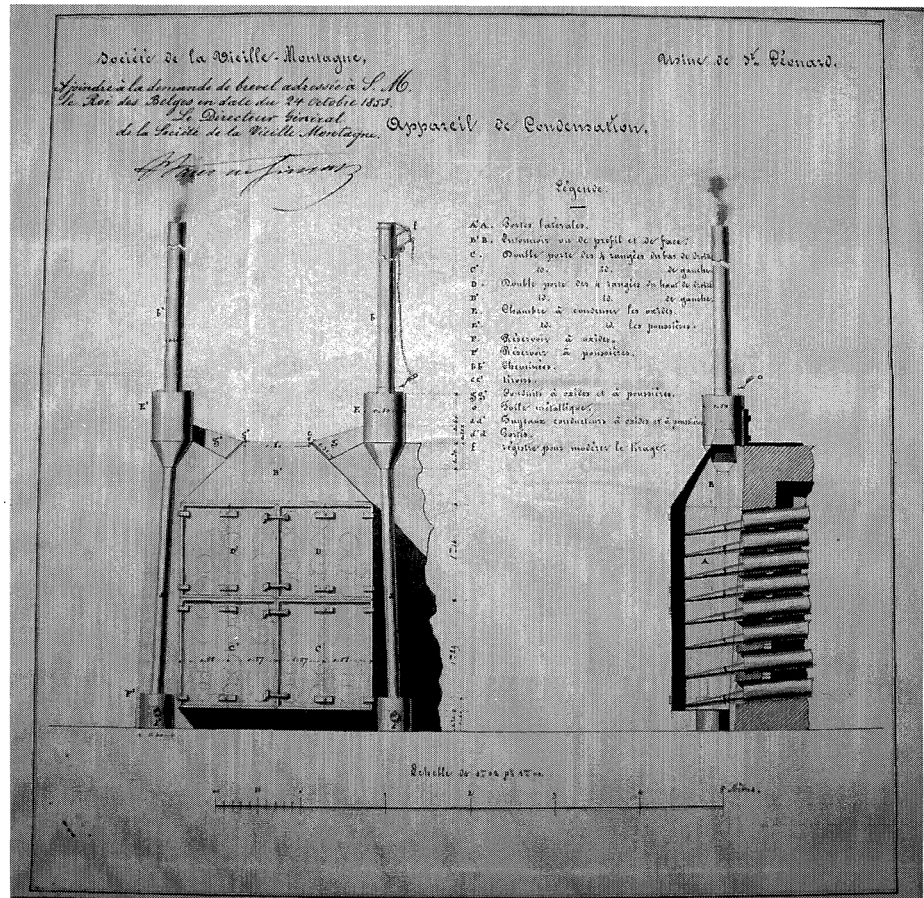


*Brevet Leclaire du 17 janvier 1846 Pour un procédé servant  
 à composer une matière propre à remplacer le blanc de plomb  
 Bruxelles, Archives de l'Office de propriété intellectuelle (SPF-Économie)*



*Brevet Behr du 18 septembre 1845 Pour un perfectionnement à la presse servant à fabriquer des creusets à zinc*  
 Bruxelles, Archives de l'Office de propriété intellectuelle (SPF-Économie)





*Brevet Saint-Paul de Sinçay, Dir. de la Vieille-Montagne, du 28 octobre 1853*  
*Pour un appareil condensateur des vapeurs de zinc*  
 Bruxelles, Archives de l'Office de propriété intellectuelle (SPF-Économie)