

SALUBRITÉ
DES
Usines à Zinc, Plomb et Argent

Note présentée à la section d'hygiène industrielle du Congrès
Anglo-Belge d'Hygiène, le 21 mai 1920.

PAR

V. FIRKET.

Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Hasselt.

PRÉAMBULE

La question que je vais avoir l'honneur de traiter devant vous, Messieurs, n'est pas neuve. On peut même affirmer qu'elle est aussi ancienne que les industries métallurgiques qui en sont l'objet.

Cependant, les auteurs classiques, tels que Lodin ou Ingalls, ne s'en occupent qu'accessoirement et d'une façon sommaire, en citant surtout le beau mémoire publié, il y a près de 20 ans, par feu Monsieur l'Inspecteur Général des Mines Ad. Firket (1).

Ce mémoire décrit la situation des Usines à Zinc, plomb et argent de la Belgique, à la fin de 1898, et il étudie leurs conditions de salubrité intérieure.

Monsieur l'Inspecteur Générale J. Libert et moi, nous avons examiné à nouveau ces conditions, pendant la période 1901-1910, en ce qui concerne uniquement la métallurgie du plomb et de l'argent (2).

Notre intention était d'étudier ensuite les usines à zinc belges et nous avons déjà rassemblé certains renseignements, lorsque la guerre est survenue, mettant obstacle à la réalisation de notre projet et de bien d'autres.

Comme vous le savez, le manque de matières premières a rapidement amené l'arrêt de nos usines. Plusieurs, parmi les plus importantes, ont été dévastées ou gravement détériorées, par ordre de

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. VI, 1901.

(2) *Id.* *id.* t. XVIII, 1913.

l'autorité allemande. C'est ainsi qu'à Sclaigneaux, il n'est rien demeuré du magnifique groupe de fours à plomb, de construction récente, décrit dans notre rapport de 1913.

Au moment de l'armistice, l'état des installations des fonderies belges de zinc ou de plomb était réellement lamentable ; certaines avaient été exploitées par l'occupant, comme de véritables carrières de fer ou de fonte. Des voûtes de fours s'étaient effondrées, à la suite de l'enlèvement des ferrures de consolidation. Ailleurs, l'action de l'humidité s'était fait sentir, disloquant les maçonneries et amenant la ruine des fours.

De plus, les matières premières avaient disparu et les conditions économiques paraissent bien incertaines.

Malgré les difficultés, encore très grandes en ce moment, certains fours à zinc ont pu être remis à feu vers la fin du premier semestre de 1919, notamment à Valentin-Cocq, à Flône et à Sclaigneaux. Le mouvement de reprise s'étant accentué pendant le semestre suivant, les usines belges ont produit, en décembre 1919 :

106 tonnes de zinc, soit 18 % de la production d'un mois de 1913.
27 tonnes de plomb, soit 9 %
et 15 kilogrammes seulement d'argent.

Ce mouvement se poursuit lentement, mais sûrement, et on peut avoir confiance dans l'avenir des industries du zinc, du plomb et de l'argent dans notre pays.

Cependant, le moment serait mal choisi, pour exposer l'état de ces industries, alors que certaines usines doivent être reconstruites ou transformées et que dans d'autres, les importants dommages causés par la guerre restent partout visibles.

Au surplus, une description détaillée de l'état de ces usines demanderait beaucoup trop de temps et n'offrirait qu'un intérêt restreint ou même nul, pour beaucoup de membres du Congrès d'Hygiène.

C'est pourquoi, remettant à plus tard l'exposé documentaire des conditions actuelles de salubrité intérieure, je voudrais examiner aujourd'hui, d'une façon générale, quelques unes des difficultés qui restent à résoudre, en envisageant également les dommages causés dans leur voisinage, par les émanations des usines, et les inconvénients qu'elles présentent pour la santé publique.

Suivant que l'on se place à l'un ou l'autre de ces points de vue, les solutions préconisées peuvent être très différentes.

On s'exposerait même à compromettre gravement l'hygiène des travailleurs, en cherchant uniquement à réduire les inconvénients dont souffrent les voisins, par le fait des gaz ou fumées dégagées par les fours métallurgiques et réciproquement.

C'est ainsi que la suppression du grillage des blendes, dit à l'air libre, qui se pratiquait jadis dans les fours à réverbère à tirage naturel énergique, a eu pour but et pour résultat indiscutable, de faire disparaître, ou tout au moins de réduire considérablement, les graves dommages causés au voisinage par le déversement dans l'atmosphère, des produits gazeux de ce grillage.

Mais la condensation de ces produits a rendu nécessaire l'emploi de fours à moufle, dont les gaz sulfureux sont dirigés vers les chambres de plomb ou les appareils de contact des fabriques d'acide sulfurique. Le tirage de ces fours à moufles doit être réglé de façon à conserver aux gaz de grillage, une teneur en anhydride sulfureux voisine de 6 % et ils donnent lieu parfois, à des refoulements de gaz délétères, par les portes des moufles, pendant le travail des grilleurs.

J'ajouterai qu'il convient aussi de ne pas négliger les conséquences économiques des procédés ou des dispositifs préconisés, en vue de l'amélioration des conditions du travail. Mettre l'industrie en perte, sous prétexte de progrès à réaliser, c'est évidemment compromettre jusqu'à son existence et même, c'est rendre sa disparition inévitable, à brève échéance.

Pour assurer l'application et le succès durable d'une méthode nouvelle ou d'un appareillage perfectionné, réalisant un progrès notable dans le domaine de l'hygiène industrielle, il importe que les frais supplémentaires, qui en résultent généralement, soient couverts, tout au moins en grande partie, ou bien par la récupération de produits utiles précédemment perdus, ou bien par une réduction des dépenses imposées à l'industrie par les services médicaux ou pharmaceutiques et par le payement des indemnités pour journées de maladie et pour invalidité prématurée.

Les questions d'hygiène industrielle, qui se présentent notamment dans les métallurgies du zinc, du plomb et de l'argent, ne peuvent être résolues en envisageant uniquement la salubrité intérieure des usines.

Ces questions sont extrêmement complexes, elles intéressent à la fois :

1° La santé des ouvriers et la lutte contre les maladies professionnelles, telles que le saturnisme ;

2° La salubrité publique et les inconvénients dont se plaignent les voisins de ces usines ;

3° Les résultats industriels et par suite l'existence même de celles-ci.

Sans avoir la prétention de vous aider à résoudre le problème ardu soumis à vos délibérations, je voudrais simplement en préciser quelques données, en signaler quelques difficultés et vous indiquer combien d'inconnues il comporte encore.

Tant dans les laboratoires que dans les usines, de nombreuses recherches expérimentales ou documentaires restent à faire. Je compte vous en soumettre un programme sommaire.

Pour que de telles études soient possibles, et qu'elles fournissent des résultats utiles, il importe d'abord que les industriels s'y prêtent et qu'ils consentent à faire la lumière sur bien des côtés encore obscurs de la métallurgie du zinc ; qu'ils renoncent enfin à ce malheureux esprit cachottier, qui entrave depuis son origine les progrès de cette métallurgie. C'est d'ailleurs à ce même esprit qu'il faut attribuer la documentation insuffisante et parfois contradictoire, des auteurs techniques.

Permettez-moi aussi, Messieurs, de vous dire qu'une étroite collaboration entre les médecins et les ingénieurs hygiénistes pourra seule assurer le succès des études que je préconise.

Les domaines qui leur incombent sont bien distincts ; cependant il convient qu'ils travaillent de commun accord, à la réalisation des mêmes buts : l'amélioration des conditions sanitaires du travail, le progrès de l'industrie et la suppression des inconvénients qu'elle entraîne pour le public.

Comme vous le savez, Messieurs, l'arrêté royal du 25 juin 1919, qui a organisé le Service médical du travail, prévoit que les ingénieurs des mines peuvent faire appel au concours des médecins-inspecteurs et qu'ils doivent attirer l'attention de ceux-ci sur les situations qui leur paraîtraient douteuses, au point de vue sanitaire.

Un second arrêté royal, du 11 mars 1920, stipule qu'un arrêté ministériel déterminera les rapports entre l'Administration des mines et le Service médical du travail.

Qu'il me soit permis de suggérer ici, que ce service pourrait utilement s'occuper d'abord, des maladies professionnelles et spécialement du saturnisme qui menace et atteint trop souvent, les ouvriers des usines à zinc, plomb et argent.

Il lui appartient d'étudier ces maladies, au point de vue médical, d'en préciser les symptômes et les conséquences, d'en recenser les victimes, séparément pour chacun des services des différentes usines inspectées, en classant les malades par catégories bien définies, d'après la nature et l'importance des lésions organiques qu'ils présentent.

La recherche des causes de ces lésions viendra ensuite et exigera surtout l'intervention des techniciens, capables d'indiquer au médecin enquêteur, dans quelles conditions de travail elles se sont produites.

Enfin, il appartiendra à ces techniciens de poursuivre l'amélioration des conditions qui auront été reconnues dangereuses, au point de vue sanitaire, par les inspecteurs-médecins.

Ainsi comprise, la lutte contre les maladies professionnelles sera pleinement efficace ; au surplus, c'est en utilisant cette méthode que notre savant président, Monsieur le Docteur Malvoz, a réussi à supprimer presque complètement l'ankylostomiasis, et notre dévoué secrétaire, Monsieur le Docteur Stassen, a suivi la même méthode, dans son étude magistrale du nystagmus.

Sans insister davantage, je terminerai donc ce préambule, en souhaitant qu'un accord fécond en résultats utiles, subsiste toujours entre le nouveau Service médical du travail et l'Administration des mines, à qui incombe, depuis plus d'un siècle, la surveillance des usines métallurgiques.

I. — Progrès réalisés avant 1913. dans la métallurgie du plomb et de l'argent

Les principaux progrès introduits avant la guerre, dans les fonderies de plomb et les ateliers de désargentation belges, ont été signalés dans notre rapport prérappelé de 1913.

Nous avons montré dans ce travail, combien leur influence a été grande sur l'état sanitaire du personnel, dont l'importance numérique, par rapport à la production, a d'ailleurs été fortement diminuée.

Parmi ces progrès, je citerai :

1° La suppression des anciens fours de grillage à rablage manuel, à la suite de l'adoption des procédés Huntington - Héberlein et Savelsberg, qui comportent l'emploi de fours rotatifs et de convertisseurs à vent soufflé ;

2° L'utilisation des moyens de chargement mécanique des fours à cuve, conséquence de la vulgarisation des engins électriques de transport et de manutention ;

3° Les modifications heureuses apportées aux méthodes de coulée du plomb, des mattes et des scories ;

4° L'augmentation de la hauteur des fours de réduction et l'abaissement de leur température au gueulard ;

5° Les perfectionnements apportés aux dispositions qui assurent le captage complet des gaz de ces fours et la récupération des produits condensables, entraînés par ces gaz.

Ceux-ci sont à une température relativement basse, parfois inférieure à 100° ; fournis par un appareil à marche continue, leur volume varie peu ; il est possible de les capter complètement, et ils contiennent des matières riches en plomb, très denses et relativement faciles à condenser.

Depuis longtemps, les industriels s'efforcent de recueillir ces matières, soit dans des carneaux ou des chambres d'un grand développement, soit par des procédés plus modernes, basés sur les mêmes principes que les méthodes d'épuration des gaz des hauts-fourneaux, en usage dans les usines sidérurgiques.

L'importance économique de cette récupération n'a pas échappé aux auteurs techniques, qui envisagent, plus rarement, ses avantages ou ses inconvénients, au point de vue sanitaire. Qu'il me suffise de signaler, à ce sujet, les dangers auxquels sont exposés les ouvriers chargés du nettoyage périodique des chambres ou carneaux de condensation, dangers qui dépendent de la fréquence de ces nettoyages, de leur durée, ainsi que de la disposition et de l'accessibilité des conduites ou appareils à nettoyer.

La solution adoptée à Overpelt, dès 1908, a été décrite dans notre mémoire de 1913 ; elle comporte des tours en bois, garnies de plomb, dans lesquelles les gaz des fours, préalablement débarrassés des éléments les plus grossiers dans des collecteurs en tôles, circulent en sens inverse d'une pluie d'eau, s'égouttant sur des branchages formant chicanes.

Après un tel lavage, on pourrait compléter l'épuration des gaz par filtration, conformément au procédé Beth, après avoir relevé leur température au-dessus du point de rosée, ou bien encore, utiliser l'action de l'effluve électrique, conformément au procédé Cottrell, qui s'est récemment développé en Amérique, dans les industries du cuivre et du ciment.

Mais, avant d'introduire ces procédés coûteux et complexes, dans les usines à plomb, il importe de s'assurer qu'ils sont susceptibles d'y donner des résultats intéressants, spécialement en ce qui concerne la lutte contre le saturnisme.

Nous avons consacré, en 1913, un chapitre spécial de notre rapport aux mesures préventives, destinées à combattre cette affection et à en reconnaître l'existence, avant qu'elle ne soit devenue aigue.

Nous en résumerons, ci-après, les principaux arguments.

Le plomb fond à 335° environ, et son ébullition n'a lieu qu'entre 1,600 et 1,800° ; mais il émet, au rouge, des vapeurs d'autant plus abondantes que sa température est plus élevée. Le sulfure de plomb est également volatil et d'autres composés de ce métal peuvent être entraînés dans les fumées des fours, soit à l'état de vapeur, soit à l'état de particules solides, extrêmement ténues.

Ces vapeurs ou ces particules pénètrent dans l'organisme de trois façons différentes : par la respiration, par les voies digestives et par la peau.

Il ne me paraît pas douteux que l'absorption directe des vapeurs et poussières métalliques, contenues dans l'air aspiré, est particulièrement dangereuse.

Dans certains cas, on peut munir de masques à gaz, les ouvriers chargés de travaux à effectuer dans les milieux poussiéreux, par exemple, lors de la vidange des chambres ou carneaux de condensation.

Mais il me paraît bien préférable de disposer les locaux ou appareils et d'organiser le travail, de façon à éviter l'intoxication par les voies respiratoires.

D'autre part, les minerais et les sous-produits plombifères, utilisés dans la fabrication du plomb et de l'argent, étant souvent pulvérisés, les ouvriers sont très exposés à la poussière qui imprègne leurs vêtements, souille leurs mains et leur visage.

L'installation des vestiaires, des réfectoires et des bains-douches a pour but d'empêcher ou de restreindre, l'ingestion des poussières nuisibles par les voies digestives et l'absorption des composés du plomb par la peau.

On trouvera quelques renseignements à ce sujet, dans notre rapport de 1913, qui expose, en outre, l'organisation du service médical dans les usines belges et l'état sanitaire de leur personnel.

Toutefois, faute d'un critérium, nous n'avons pu comparer ces usines entre elles; les renseignements fournis, en ce qui concerne les cas de saturnisme aigu, étaient d'ailleurs trop incomplets, pour nous permettre d'en tirer des arguments.

Il ne nous a pas été signalé de cas d'invalidité prématurée totale, attribuable à l'intoxication par le plomb, et les exemples d'invalidité partielle, due notamment à une paralysie localisée, d'origine saturnine, sont extrêmement rares.

Enfin, nous n'avons rien appris, quant à la durée moyenne de la vie des ouvriers des fours à plomb.

La distinction entre les maladies professionnelles se rattachant au saturnisme et les affections ordinaires des voies digestives, est très malaisée; elle ne peut être utilement établie que par des médecins spécialistes, appliquant les mêmes méthodes de diagnostic, pour le recensement et la classification des cas étudiés dans des usines différentes.

Il appartiendra au service médical du travail de vérifier ces méthodes et de les appliquer, d'une façon uniforme et scientifique.

En 1913, nous avons dû renoncer à classer, d'après leur cause probable, les maladies ayant entraîné un chômage du personnel des usines à plomb et à argent. Mais nous avons relevé, pour l'ensemble de ces usines, et pour chacune des années de la période décennale 1901-1910, le nombre total des journées de présence de tous les ouvriers et le nombre de journées d'absence, pour cause de maladies, quelle que soit la nature de ces maladies. Ces données nous ont permis de calculer le nombre des journées perdues pour maladie, pour 100 journées de travail effectuées, nombre qui peut être provisoirement admis comme la mesure de l'état sanitaire du personnel.

On trouvera, dans notre rapport, ces renseignements numériques et un diagramme montrant clairement l'influence heureuse des trans-

formations complètes introduites, de 1904 à 1906, par la Société G. Dumont dans ses usines de Sclaigneaux.

C'est ainsi que le nombre, ci-dessus défini, qui était en moyenne, pour les usines belges, de 4,5 à 4,6 % en 1902, 1903 et 1904, était tombé en dessous de 2 % en 1907. Pour les dix années considérées, la moyenne générale est de 3,15 %.

Pour trois de ces usines et pour l'année 1910, les coefficients ci-après font ressortir les différences existant entre elles et surtout entre leurs divers services :

1. Service du grillage et de l'agglomération : 1,00 %, 1,38 % et 5,15 % ;
2. Fours de réduction : 3,21 %, 3,54 % et 6,08 % ;
3. Ateliers de raffinage et de désargentation : 1,23 %, 2,67 % et 3,63 % ;
4. Services divers : 1,17 %, 1,47 % et 2,58 %.

Voici, enfin, les conclusions admises, par Monsieur Libert et par moi, en 1913 :

1° L'importance industrielle de la métallurgie belge du plomb et de l'argent ne cesse de progresser depuis 1898.

Toutefois, le personnel occupé par cette métallurgie n'a pas augmenté dans les mêmes proportions que la production du plomb d'œuvre.

La situation sanitaire de ce personnel est actuellement satisfaisante.

La suppression des anciennes installations et les améliorations techniques, introduites dans les usines de construction récente, ont amené une diminution incontestable des affections saturnines.

2° Pour faire disparaître les causes de ces affections, il importe tout d'abord, d'empêcher l'absorption du plomb et de ses composés par les voies respiratoires. Pour y parvenir, on s'efforcera :

a) D'installer les appareils de fabrication à l'air libre ou dans des halles spacieuses et bien ventilées ;

b) D'éviter tout dégagement de vapeurs ou de poussières métalliques, en recueillant les fumées des fours dans des conduites ou des hottes bien étudiées, pourvues autant que possible, d'un tirage mécanique.

3° En vue de restreindre les conséquences nuisibles des mêmes causes, il convient d'empêcher l'ingestion des matières plombeuses :

a) En interdisant aux ouvriers de manger dans les halles ou dans les autres locaux où ils travaillent ;

b) En mettant à leur disposition des réfectoires bien installés et bien entretenus, ainsi que des vestiaires et des lavabos réservés aux soins de toilette à prendre avant les repas ;

c) En les engageant à prendre fréquemment des bains complets ou des douches, dans des locaux installés spécialement à leur intention, à proximité des halles.

4° Il appartient au service médical, dont la bonne organisation et la vigilance ont une grande importance, de parer aux suites de l'intoxication saturnine et d'empêcher qu'il puisse en résulter des lésions graves ou même chroniques :

a) En écartant des fours les sujets peu résistants, présentant des symptômes inquiétants ;

b) En veillant à la disposition rationnelle et à l'entretien minutieux des réfectoires, des lavoirs et de toutes les installations sanitaires.

5° La population ouvrière, principale intéressée dans la question du saturnisme, peut contribuer puissamment à la solution de cette question :

a) Par des précautions personnelles, prises individuellement par chaque travailleur, en vue d'éviter l'absorption des fumées ou poussières et de restreindre leur dégagement dans les locaux des usines ;

b) En observant strictement les règles prescrites, en ce qui concerne notamment le lavage des mains et de la figure, avant les repas, et l'interdiction de manger dans les halles ;

c) En usant fréquemment des installations de bains-douches mises, par les industriels, à la disposition de leurs ouvriers ;

d) En s'abstenant d'alcool et en s'alimentant d'une façon rationnelle.

II. Métallurgie du Zinc.

A. Causes spéciales d'insalubrité.

Sans vouloir l'affirmer d'une façon absolue et catégorique, je pense que les ouvriers de certaines usines à zinc sont exposés aux affections saturnines autant, sinon plus, que ceux des fours à

plomb, qui ont d'ailleurs bénéficié des améliorations déjà signalées en 1913.

En principe, les procédés de la métallurgie du zinc n'ont pas subi de changement notable, depuis l'origine de cette métallurgie, c'est-à-dire depuis plus d'un siècle.

Si on a réalisé des progrès incontestables dans la disposition des locaux et des fours, ainsi que dans l'organisation du travail, l'observation résignée des auteurs d'un rapport de 1860 est toujours vraie : On ne peut faire du zinc sans produire aussi des fumées de zinc, qui constituent à la fois, une cause essentielle de l'insalubrité du travail et l'origine principale des dommages subis par les voisins des usines à zinc.

Depuis longtemps déjà, on cherche à réaliser, dans les pays de houille blanche, le chauffage électrique du mélange de minerai et de réductif. Mais, le but poursuivi est simplement économique et les difficultés de la condensation du métal réduit subsistent dans les fours électriques ; peut-être même y sont-elles plus grandes que dans les anciens fours chauffés au charbon ou au gaz. Au surplus, l'opération métallurgique reste la même ; quel que soit le moyen de chauffage utilisé, le zinc réduit est volatilisé et les condenseurs en laissent toujours échapper une notable partie.

Des creusets et des appareils qui les prolongent, il sort, en outre, une grande quantité d'oxyde de carbone et des produits de distillation du charbon utilisé comme réductif.

On admet généralement, que l'oxyde de zinc est inoffensif, que ce n'est pas lui qui compromet la santé des ouvriers travaillant dans les fumées des fours à zinc.

D'autre part, bien que ces ouvriers soient parfois exposés à l'intoxication par l'oxyde de carbone, je ne sache pas que des cas d'intoxication de ce genre aient jamais été signalés.

Cette question mérite cependant d'être étudiée et il y a lieu de rechercher également, quelle peut être la conséquence de la présence, dans les minerais de zinc, de l'arsenic qui y atteint parfois des teneurs de 0.05 à 0.18 %.

Mais il n'est pas douteux, que la cause principale de l'insalubrité du travail aux fours à zinc doit être attribuée au plomb, toujours présent dans les minerais traités dans ces fours, et qui y distille en partie, en même temps que le zinc.

Ainsi qu'il a été dit déjà en 1901, par M. Ad. Firket, « Il ne semble pas, d'ailleurs, que la quantité de plomb entraînée par le

zinc, soit proportionnelle à celle qui existe dans le minerai. Dès que celle-ci dépasse une certaine limite, l'excès de plomb reste dans les cendres ou résidus des creusets. »

Ces cendres ou résidus, matières premières importantes pour la métallurgie du plomb et de l'argent, contiennent du plomb, partie à l'état métallique et partie sous forme d'oxyde et de silicate; on y trouve aussi des sulfures de fer et de zinc.

Au moment du décrassage des creusets, des matières incandescentes, impregnées de vapeurs métalliques et d'oxyde de carbone, tombent d'une certaine hauteur devant l'ouvrier qui procède à cette opération, de loin, la plus pénible et la plus malsaine de toutes celles qui s'effectuent dans la métallurgie du zinc.

Au contact de l'air, ces vapeurs métalliques brûlent, les sulfures doivent s'oxyder partiellement, en fournissant de l'anhydride sulfuré; il se produit, en outre, un abondant dégagement de poussières.

L'insalubrité du travail aux fours à zinc doit être attribuée surtout à l'action nocive de ces poussières, de ces vapeurs et de ces gaz, et, les principaux progrès réalisés en vue d'améliorer les conditions de ce travail ont pour but de mettre les ouvriers à l'abri de cette action.

A ce point de vue, je désire rendre un hommage mérité à un ingénieur belge, qui a imaginé toute une série de dispositifs très efficaces, appliqués avec succès dans plusieurs usines. J'ai nommé Monsieur Dor-Delattre, dont le rideau protecteur, le chargeur mécanique, et la cheminée d'aspiration, ont été décrits par Monsieur le professeur Proost, dans son cours de métallurgie de 1912.

En général, la situation est satisfaisante, dans les usines belges, en ce qui concerne la disposition, les dimensions et la ventilation des halles. On y utilise presque partout, des hottes communiquant avec des cheminées d'appel ou des ventilateurs aspirants, en vue de recueillir et d'évacuer en dehors, les gaz ou fumées dégagées par les fours, spécialement pendant le décrassage.

Le service des caves, c'est-à-dire la disposition des trémies à cendres et le transport de celles-ci, est bien organisé. Certaines sociétés se sont même imposées des dépenses considérables, pour améliorer ce service, jadis très malsain.

Plusieurs usines ont adopté les chargeurs mécaniques; quant à la préparation du mélange du minerai et du réductif, que l'ouvrier

B. Pertes de Zinc et de Plomb au four de réduction.

La détermination des causes et de l'importance des pertes de zinc et de plomb, qui se produisent lors de la réduction des minerais, présente un intérêt essentiel pour l'étude que j'ai entreprise, puisque le plomb entraîné par les fumées peut être considéré comme le principal agent responsable de l'insalubrité du travail, tandis que l'oxyde de zinc semble particulièrement néfaste pour les cultures, à raison de sa grande ténuité.

Les auteurs techniques ne disent rien des pertes en plomb, et je n'ai pu me procurer que des renseignements incomplets et peu précis, au sujet de cette question, d'ailleurs fort complexe.

Tenant compte des propriétés déjà rappelées du plomb métallique²⁵ dont la présence dans les résidus est certaine, je puis dire que les quantités de ce métal, qui passent dans le zinc condensé, dans les poussières d'allonges et dans les fumées des fours, dépendent bien plus de la température de ceux-ci que de la composition des charges traitées.

La présence du plomb dans ces fumées est d'ailleurs certaine; cela résulte notamment des données ci-après, qui proviennent d'une usine belge, traitant des minerais à 45 % de zinc et 3 % de plomb. Ces données expriment la richesse en plomb, pour 100 parties de zinc :

- 1° dans le minerai, elle était de 6,66 %;
- 2° dans le zinc brut, de 0,6 à 1,5 %;
- 3° dans les poussières d'allonges, de 1 à 2 %.

Or les poussières recueillies sur les toitures de cette usine contenaient 20 de plomb pour 100 de zinc, ce qui démontre à la fois, la présence du plomb dans les fumées et la facilité relative avec laquelle ses composés se condensent.

D'après des notes déjà anciennes, le plomb perdu représenterait de 9 à 20 % du poids total de ce métal contenu dans le minerai. Toutefois, une partie de la perte provient du déchet inévitable, qui se produit lors de la préparation des cendres plombeuses.

Voici, d'autre part, les résultats constatés, il y a une douzaine d'années, dans une usine belge :

Dans cette usine, on a traité en un an, 22.500 tonnes de minerais, contenant 10.390 tonnes de zinc, soit 46,2 % et 2.020 tonnes de plomb, soit à peu près 9 %.

Ce minerai a fourni :

1° par un procédé par réaction.	356 t. de plomb.
2° 9.000 tonnes de zinc brut, tenant 1,3 % de plomb, soit	117 t. »
3° 9.915 kilog. de cendres riches, à 13,2 % environ, tenant.	1.307 t. »
	Soit . . . 1.780 t. »

La perte qui correspond à 11,9 % de la quantité totale, est de 240 t. »

En supposant que le déchet à la préparation des cendres a été de 6.000 tonnes de matières pauvres, à la teneur moyenne de 2 % de plomb, on trouve, pour la perte attribuable à ce déchet, 120 tonnes.

Il a été perdu, par défaut de condensation, 120 tonnes, soit environ 340 kilog. de plomb par jour. Je ne puis malheureusement indiquer, ce qui pénètre dans la pâte des creusets, en y formant des silicates fusibles. Mais, il n'est pas douteux qu'une partie notable de ce métal a été entraînée par les fumées.

La question des pertes de zinc est évidemment mieux connue; les traités de métallurgie s'en occupent assez longuement.

C'est ainsi que les causes et la répartition de ces pertes sont indiquées de la façon suivante, à la page 577 du traité de Lodin, en % du zinc contenu dans la charge :

	Fours Silésiens.	Fours Belges.
Perte dans les résidus	9,00	5,62 %
Absorption par la pâte des moufles ou des creusets	2,13	0,35
Absorption par les condenseurs	0,25	0,07
Absorption par les terres de calage	0,25	0,11
Vapeur perdue lors du décrassage	0,14	0,07
Imperfection de la condensation	10,23	4,78
Perte totale	22,00	11,00

Dans le bel ouvrage d'Ingalls « The Metallurgy of zinc and Cadmium » p. 533, on trouve de nombreux renseignements; l'auteur montre l'importance des pertes dues à la rupture et aux autres détériorations des creusets.

Il donne, p. 543, les résultats détaillés d'expériences très intéressantes, faites dans une usine américaine, expériences qui ont montré

notamment, pourquoi les creusets neufs ont un mauvais rendement pendant les premiers jours de leur utilisation, ce qui est d'ailleurs connu de tous les spécialistes.

Voici, en % du zinc total de la charge, ces résultats pour les 1^{er}, 3^{ème}, 5^{ème} et 7^{ème} jours.

CAUSES DES PERTES		1er jour	3e jour	5e jour	7e jour
Défaut de réduction	Pertes dans les résidus	2,77	1,90	3,69	3,46
	Absorption par les creusets	25,97	14,37	9,24	1,70
défaut de condensation	Pertes à travers les parois des creusets	2,09	2,74	3,00	2,07
	Pertes par les condenseurs	1,52	1,96	1,04	1,07
Perte totale		32,35	20,97	16,97	8,30

Les pertes par défaut de réduction ne sont intéressantes qu'au point de vue économique. Quant aux pertes par défaut de condensation, qui correspondent au métal contenu dans les gaz ou fumées, elles sont dues à plusieurs causes bien distinctes.

1° La condensation incomplète des vapeurs de zinc dans les tubes et les allonges ;

2° Les pertes de vapeurs, d'oxydes et de minerais pulvérulents, qui se produisent lors du décrassage et au moment du chargement ;

3° Le passage du zinc volatilisé à travers les parties des creusets défectueuses, telles que fentes, régions poreuses, etc.

Lorsqu'on envisage uniquement la salubrité intérieure des usines, on peut faire abstraction de cette troisième cause de perte. Mais, il convient de s'en préoccuper, s'il s'agit d'augmenter le rendement en zinc, ou d'atténuer les inconvénients dont souffrent les voisins de ces usines.

C. Un ancien essai de condensation des fumées des fours à zinc.

L'épuration des fumées des fours à zinc n'a jamais été réalisée que d'une façon très incomplète. Jusqu'à présent, on a surtout amélioré les conditions du travail, en recueillant ces fumées, et en les évacuant au dehors. La question se présente, au surplus, dans des conditions particulièrement difficiles, pour les raisons ci-après énumérées :

1° Extrêmement divisé et de faible densité, l'oxyde de zinc est très malaisé à recueillir ;

2° Il en existe, non seulement dans les gaz sortant des condenseurs et des allonges, mais aussi dans les fumées des foyers ;

3° Ces fumées sont à température très élevée ; quant aux gaz provenant de la distillation de la charge, ils possèdent une composition et une température essentiellement variables à cause du caractère discontinu de l'opération métallurgique ;

4° Pendant le décrassage et le chargement des creusets, il se dégage d'abondantes fumées, riches en vapeurs métalliques, en gaz sulfureux et en particules solides de diverses natures, charbonneuses et cendreuses. S'il est relativement aisé de capter ces fumées et de provoquer le dépôt de ces particules, il est extrêmement difficile de réaliser une condensation complète des vapeurs sulfureuses et de l'oxyde de zinc ;

5° Les poussières recueillies sont généralement pauvres en zinc, et la récupération de ce métal est très incomplète ;

6° Pendant la réduction des minerais, le soufre de la charge forme divers sulfures qui se retrouvent dans les cendres. Mais, au moment du décrassage, une partie de ce soufre s'oxyde au contact de l'air.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, ces conditions sont la conséquence directe du procédé métallurgique utilisé, depuis plus d'un siècle, pour la réduction des minerais de zinc.

Installée dans le faubourg Saint-Léonard, en pleine agglomération, la première usine Liégeoise a provoqué des réclamations de la population, qui ont finalement amené son transfert à Angleur.

Entretemps, une commission officielle avait été chargée de suivre et d'apprécier les résultats de l'essai ordonné par l'arrêté royal du 21 mars 1859. Cette commission, qui avait pour secrétaire

M. A. Gillon, alors répétiteur de métallurgie à l'Université de Liège, a procédé à des expériences très intéressantes, du 23 décembre 1859 au 28 janvier 1860; elle en a rendu compte dans un rapport à M. le Ministre des Travaux publics, rapport qui a été publié dans le t. XVIII (1859-1860), des *Annales des Travaux publics de Belgique*.

Malgré les conclusions favorables de ce rapport, il n'est pas douteux que les appareils d'aspiration et de condensation des fumées installés, à titre d'essai, par la Société de la Vieille-Montagne, n'ont pas donné de bons résultats, puisqu'ils n'ont pu empêcher le déplacement de son usine.

Ces appareils comprenaient :

1° Une vaste hotte recueillant, non seulement les fumées sortant des creusets, mais aussi celles des foyers du four, qu'on avait cherché à rendre fumivores, par des injections d'air pris dans les caves ;

2° De vastes trémies à poussières, situées de part et d'autre de la hotte ;

3° Un couloir incliné, amenant les fumées dans une série de chambres de condensation ;

4° Un ventilateur aspirant, actionné par une machine dont la vapeur de décharge était injectée dans les gaz ;

5° Sept chambres de condensation, séparées par des cloisons et poteries creuses, devant lesquelles tombait une pluie d'eau ;

6° Une cheminée d'évacuation des fumées.

La Commission, qui disposait de quatre agents des douanes, pour la surveillance du four et des magasins, a procédé à un essai minutieux d'une durée de 36 jours. Son rapport indique la composition des calamines traitées, les résultats obtenus, tant avec les fours ordinaires de l'usine, qu'avec le four à vent expérimenté ; les quantités et la composition des poussières recueillies, les résultats économiques de l'essai, etc.

Le volume des fumées, mesuré au moyen d'un anémomètre, a été contrôlé par des observations manométriques; de plus, on a déterminé la composition de ces fumées, à la base de la cheminée.

D'après la Commission, l'installation de condensation aurait retenu 47 % de l'acide sulfureux, 76 % des cendres et poussières et 39 % du charbon.

Mais il restait encore dans les fumées analysées :

Anhydride sulfureux	72	milligrammes	par	mètre	cube
Oxyde de zinc	38	id.		id.	
Oxyde de plomb	4.4	id.		id.	

Or, le minerai traité contenait 47.4 % de zinc, et a fourni un rendement de 37 %, correspondant à un écart de 10.4 unités, qui paraît bien élevé. La charge traitée, de 136.35 tonnes, a donc donné une perte de 14,200 kil. de zinc, dont on a retrouvé :

1° Dans les poussières recueillies : 566 kil. ;

2° Dans les fumées rejetées dans l'atmosphère : 440 kil.

Ces fumées contenaient, en outre, 1,037 kil. d'anhydride sulfureux, qui ne pouvait venir que de la combustion du soufre contenu dans les 176 tonnes de charbon, consommées dans les foyers.

Voici, enfin, quelles étaient les quantités et les richesses en zinc des poussières recueillies :

LIEU DE DÉPOT DES POUSSIÈRES	Poids des poussières	Teneurs en oxyde de zinc	Poids total du zinc recueilli
	Kil.	%	Kil.
1) Sur le four	1,332.0	25.08	268
2) Dans les trémies	463.8	21.47	80
3) Au pied du couloir incliné	180.4	28.76	42
4) Depuis ce pied jusqu'à la première chambre	566.8	30.28	138
5) Dans les chambres	237.1	19.96	38
Totaux	2,780.1		566

Pour dresser ce tableau, j'ai admis pour la teneur des poussières des chambres, la moyenne arithmétique des huit résultats indiqués dans le rapport, ce qui n'est pas rigoureusement exact.

Les chiffres ci-dessus suffisent, toutefois, à montrer combien était peu efficace cet ensemble de chambres, dont la longueur totale, à partir du ventilateur, atteignait 40 mètres et dont le volume était voisin de 800 mètres cubes.

Le zinc récupéré dans ces chambres ne représente, en effet, que 0,28 kilog. par tonne de minerai traité, ou 0,028 % du poids de ce minerai, alors que la perte totale constatée est de 10,4 %.

Pour l'ensemble de l'installation, le résultat était encore bien peu encourageant, puisqu'on n'a recueilli, au total, que 4,14 kilog. par tonne de minerai, ou 0,414 %, dont 0,197 % sur le four lui-même.

D'autre part, la méthode utilisée pour capter et analyser les gaz, à la base de la cheminée, ne semble pas mériter grande confiance, tout au moins en ce qui concerne leur teneur en oxyde de zinc. En effet, cette teneur ne correspond qu'à 3,22 kilog. de métal par tonne de minerai, alors que l'écart est de 104 kilog. et qu'il n'a été condensé que 4,14 kilog. Il faudrait donc admettre qu'il a été perdu, par défaut de réduction, et par absorption dans la pâte des creusets, 96,64 kilog. de zinc, par tonne de minerai, ce qui est beaucoup.

D. Etat sanitaire du personnel d'une usine belge.

En 1914, la direction d'une usine à zinc belge m'a fait parvenir des renseignements très complets, en ce qui concerne l'état sanitaire de son personnel ouvrier, pendant les années de 1904 à 1913.

Pour chacune de ces années et pour les principales divisions de son usine, elle m'a fait connaître :

- 1° Le nombre moyen d'ouvriers inscrits ;
- 2° Le nombre de journées faites pendant l'année par ces ouvriers ;
- 3° Le nombre de journées perdues par ces mêmes ouvriers, pour cause de maladie, non compris les chômages volontaires et les accidents.

Si nous possédions des renseignements statistiques de ce genre, pour toutes les usines, il serait probablement possible de distinguer les conséquences sanitaires des améliorations techniques apportées aux installations de certaines d'entre elles.

A titre d'exemple, et sans prétendre en tirer aucune conclusion, j'ai résumé, dans le tableau suivant, les données mises à ma disposition.

ANNÉES	PERSONNEL DES FOURS					PERSONNEL DES SERVICES ACCESSOIRES				
	Nombre d'ouvriers	Journées de présence	Journées perdues pour maladie			Nombre d'ouvriers	Journées de présence	Journées perdues pour maladie		
			Nombre global	par ouvrier et par an	pr 100 journées faites			Nombre global	par ouvrier et par an	pr 100 journées faites
1904	302	93,070	2,935	9.7	3.16	302	90,040	2,023	6.7	2.24
1905	317	101,740	2,456	7.7	2.41	281	81,050	1,930	6.9	2.38
1906	308	91,610	2,539	8.2	2.77	273	78,320	1,591	5.8	2.03
1907	270	79,750	2,404	8.9	3.01	272	78,430	1,170	4.3	1.49
1908	309	94,910	3,390	11.0	3.58	239	74,390	2,065	8.6	2.78
1909	269	86,310	2,809	10.4	3.25	243	75,070	1,738	7.1	2.31
1910	242	74,037	2,813	11.6	3.79	247	79,330	1,792	7.3	2.26
1911	304	95,020	3,152	10.3	3.32	288	90,920	2,133	7.4	2.34
1912	349	122,440	4,095	11.7	3.34	361	113,300	2,797	7.7	2.47
1913	378	120,570	4,046	10.7	3.36	416	130,550	3,424	8.2	2.62
Totaux et moyennes	305	959,450	30,639	10.0	3.20	292	891,400	20,663	7.1	2.32

Les journées de présence de l'année 1913, se répartissent entre les divers services de l'usine, de la façon indiquée ci-après.

1° Personnel des fours :	
Réduction des minerais	98.760 soit 39,4 %
Chauffeurs, gaziers, etc.	21.810 8,7
2° Services d'alimentation et des caves :	
Service des caves	7.880 3,1
Préparation et broyage des minerais.	6.640 2,6
Transport aux fours des charbons et minerais	14.900 5,9
Préparation des cendres plumbeuses.	13.870 5,5
3° Produits réfractaires	18.380 7,3

4° Services généraux :

Chaudières et centrale électrique . . .	9.720	3,9
Atelier de réparation et entretien . . .	34.410	13,7
Service des transports	24.750	9,9
Personnel total	251.120	100,00

Les conditions dans lesquelles travaillent les ouvriers de ces services sont essentiellement différentes les unes des autres. Ils conviendrait donc que l'état sanitaire du personnel soit examiné séparément, pour chacune des divisions de l'usine, en tenant compte de ce que d'anciens ouvriers des fours sont admis après un certain âge, dans les autres divisions.

III. — Programme des Etudes à faire pour la métallurgie du zinc.

Après un arrêt de plusieurs années, conséquence de la guerre, la métallurgie du zinc se relève lentement, malgré des conditions économiques défavorables, attribuables à la rareté et au prix élevé des charbons, aux difficultés des transports et aux exigences de la main-d'œuvre.

Le moment semble venu, Messieurs, d'étudier les causes d'insalubrité de cette industrie et de chercher à réduire les inconvénients incontestables qu'elle présente, tant pour son personnel que pour ses voisins.

Une collaboration étroite entre les industriels, leur personnel scientifique et technique, leurs ouvriers et les fonctionnaires de l'état, ingénieurs ou médecins, est indispensable pour atteindre ce but.

Tout d'abord, il importe d'examiner la situation actuelle des usines et d'en améliorer les installations, si la chose est jugée nécessaire. Il convient aussi que les inspecteurs-médecins entament, sans tarder, la lutte contre les maladies professionnelles, et spécialement contre le saturnisme. Qu'ils procèdent à des révisions méthodiques et complètes du personnel ouvrier des usines à zinc et qu'ils dressent, pour leurs différents services, des statistiques comparatives.

Ces statistiques feront connaître : soit la proportion de journées perdues pour cause de maladies, sans distinguer la nature de celles-ci ; soit le nombre de malades présentant, à divers degrés, les symptômes du saturnisme ; soit encore les cas d'invalidité prématurée ou de réduction de la durée moyenne de la vie, imputables à l'intoxication par le plomb.

Il ne m'appartient pas, Messieurs, de vous indiquer à quel criterium il convient de s'arrêter. Permettez-moi, toutefois, de vous dire que pour guider les techniciens dans leurs recherches, il est nécessaire que les hygiénistes leur fournissent des éléments d'appréciation comparables entre-eux, et d'une valeur indiscutable.

Entretemps, ces recherches seront poursuivies dans les laboratoires et les usines, en vue d'élucider les nombreuses questions que je vous ai signalées, sans essayer de les résoudre, et qui sont énumérées dans le programme ci-après, formant la conclusion de ce rapport :

I. Détermination des causes réelles et de l'importance des dommages ou de l'insalubrité, imputables aux fumées des fours de grillage, et de réduction des minerais de zinc.

A. Dommages causés à la végétation et aux animaux domestiques.

1° Action des gaz sulfureux :

- a) Des fours de grillage ;
- b) Des fours de réduction ;

2° Action des poussières contenues dans les fumées :

- a) Poussières charbonneuses ;
- b) Oxydes métalliques.

B. Causes d'insalubrité et maladies professionnelles.

1° Action des gaz toxiques :

- a) Vapeurs métalliques ;
- b) Oxyde de carbone ;
- c) Anhydride sulfureux et autres composés du soufre ;

2° Action des poussières :

- a) Composés plombifères ;
- b) Oxydes de zinc ;
- c) Autres matières.

II. Examen critique de la situation actuelle des usines.

A. Halles des fours et organisation générale du travail.

- 1° Exposition, disposition et dimensions des halles ;
- 2° Ventilation des halles ;
- 3° Service des caves, enlèvement des cendres ;

- 4° Préparation des charges ;
- 5° Emploi de chargeurs et d'appareils de décrassage mécaniques ;
- 6° Organisation du travail ;
- 7° Réfectoires et bains-douches.

B. Mode de chauffage des fours et évacuation des flammes perdues.

- 1° Anciens fours à grilles :
 - a) Fumivorté des foyers ;
 - b) Décrassage des grilles ;
- 2° Fours à gaz :
 - a) Service des gazogènes ;
 - b) Chambres de récupération ;
- 3° Cheminées :
 - a) hauteur ;
 - b) Disposition.

C. Gaz de distillation, fumées et poussières dégagées, lors du décrassage et du chargement des creusets.

- 1° Hottes d'aspiration :
 - a) Formes et dimensions ;
 - b) Nature et importance du tirage ;
 - c) Carneaux et chambres de dépôt ;
- 2° Portes ou écrans protecteurs :
 - a) Disposition et dimensions ;
 - b) Efficacité et utilisation.

D. Causes et importance des pertes de zinc et de plomb.

- 1° Pertes par défaut de réduction :
 - a) Pertes dans les résidus ;
 - b) Absorption par les produits réfractaires ;
 - c) Pertes de minerai au chargement ;
- 2° Pertes par défaut de condensation :
 - a) Pertes à travers les parois des creusets ;
 - b) Entraînement par les gaz sortant des allonges ;
 - c) Vapeurs perdues lors du décrassage.

III. Documentation et recherches expérimentales, au sujet des procédés d'épuration des fumées.

A. Carneaux et chambres à poussières.

- a) Formes et dimensions ;
- b) Vitesse et volume des fumées ;
- c) Nettoyage des chambres.

B. Condensation par voie humide.

- a) Température des gaz ;
- b) Quantité d'eau nécessaire.

C. Filtration des fumées.

- a) Procédé Beth ;
- b) Filtration Prinz.

D. Emploi de l'effluve électrique, procédé Cottrell.

Hasselt, le 8 mai 1920.