

(A)
(N^o 124.)

Chambre des Représentants.

SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1856.

FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES.

RAPPORT

A

M. LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR,

PAR

LA COMMISSION D'ENQUÊTE,

instituée par arrêtés royaux des 30 août 1854, 25 mai et 6 septembre 1855.

(19)

(1 8)

INTRODUCTION.

MONSIEUR LE MINISTRE ,

Depuis quelque temps, une partie des habitants des campagnes attribuaient aux émanations provenant des fabriques de produits chimiques, les altérations qui se remarquaient sur les végétaux, et particulièrement sur les pommes de terre.

Cette opinion qui, de jour en jour, rencontrait plus de partisans, finit par prendre un tel développement que, le 8 août 1854, M. le gouverneur de la province de Namur crut devoir proposer à votre prédécesseur de nommer une commission d'enquête chargée de rechercher le fondement des plaintes formulées au sujet des usines et les meilleurs moyens pour arriver à calmer les esprits.

Le Gouvernement s'empessa de faire droit à cette demande, et un arrêté ministériel en date du 30 août 1854 institua une première commission. Quelques membres n'ayant pu accepter la délicate mission qui leur était offerte, et le Gouvernement désirant donner à l'opinion publique toutes les garanties possibles d'impartialité, en ne nommant que des personnes qui n'avaient aucun intérêt dans les établissements industriels dont il s'agit, il s'ensuivit de longs retards et ce ne fut que le 9 octobre que la commission put tenir sa première séance.

Elle était composée de MM. le comte de Baillet, gouverneur de la province de Namur, président ; Guillery, professeur à l'université de Bruxelles ; Chandelon,

professeur à l'Université de Liège; Kickx, professeur à l'université de Gand; Artoisenet et Everarts, agronomes et membres du conseil provincial de Namur.

Après avoir pris connaissance des plaintes formulées et des nombreuses pétitions transmises par M. le Ministre de l'Intérieur, la commission se partagea immédiatement en deux sous-commissions, afin d'activer autant que possible la solution des nombreuses questions que soulevait la nature de ses travaux. L'une d'elles, composée des deux chimistes, fut spécialement chargée de la visite des usines, de l'examen minutieux des appareils employés et de l'étude des moyens propres à atténuer l'effet des émanations acides; l'autre, formée du botaniste et des agronomes, avait dans ses attributions l'examen de l'état de la végétation agricole et forestière aux environs des fabriques.

L'époque avancée de la saison ne permit pas à la sous-commission des botanistes de s'occuper immédiatement de sa mission et l'obligea de s'ajourner jusqu'au printemps suivant. Quant aux chimistes, ils se mirent aussitôt à l'œuvre et firent une première visite dans les fabriques, afin de recueillir les données qui leur étaient nécessaires.

Le 12 octobre, M. le gouverneur proposa à M. le Ministre de l'Intérieur de faire prendre, par l'entremise de l'ambassade belge à Paris, des renseignements précis sur les conditions qui sont imposées aux fabriques similaires françaises et sur les moyens qu'elles emploient pour condenser les produits gazeux. On se borna à transmettre à la commission la formule générale adoptée en France pour l'autorisation des usines de même nature; mais on ne lui procura aucun renseignement précis sur les conditions de fabrication et de condensation imposées par l'administration française.

Dans l'entre-temps, la saison rigoureuse, ainsi que les fonctions professorales des deux chimistes de la commission, ne permirent point à ceux-ci de poursuivre d'une manière assidue leurs investigations.

Au mois de mai 1855, M. le gouverneur invita M. Kickx à se rendre à Namur, à l'effet de commencer, de concert avec les membres agronomes, l'examen de la végétation.

M. Kickx, étant retenu par une maladie qui l'avait obligé d'interrompre ses cours, ne put satisfaire à cette invitation.

M. Dugniolle, professeur d'histoire naturelle à l'université de Gand, fut appelé, par un arrêté de M. le Ministre de l'Intérieur en date du 23 mai, à faire partie de la commission en remplacement de M. Kickx.

Au mois de juin, la sous-commission des botanistes et agronomes se livra à des investigations longues et minutieuses concernant les végétaux. Le 7 du même mois, des circulaires furent adressées aux bourgmestres, et des avis furent insérés

dans les journaux afin d'inviter les cultivateurs et les personnes intéressées à signaler les altérations produites sur les végétaux.

La commission se réunit le 30 juin , en assemblée générale. L'appel adressé aux cultivateurs n'amena la révélation d'aucun fait de quelque importance qui eût échappé à l'attention de la sous-commission spéciale.

Les esprits semblaient calmés dans les campagnes. En effet le printemps n'avait présenté aucun symptôme alarmant , les apparences de la récolte étaient rassurantes, les pommes de terre n'offraient aucune trace de la maladie, et les populations rurales prétendaient même que les fabriques ne travaillaient plus, tandis que les renseignements fournis par le directeur des contributions prouvaient, au contraire, qu'aucune usine n'avait chômé ni diminué sensiblement l'importance de sa fabrication.

Les cultivateurs, au surplus, s'accordaient à dire que d'après l'expérience des années précédentes, les altérations sur les végétaux ne se produisaient habituellement qu'au mois de juillet, et ils témoignaient le désir de voir la commission se réunir dans le courant de ce mois.

La séance eut lieu le 23 juillet.

Depuis le 30 juin , il ne s'était produit qu'une seule plainte, ne signalant, du reste, aucun fait nouveau.

L'époque avancée de la saison et la beauté de la végétation en général avaient fait naître l'espoir que les pommes de terre seraient tout à fait préservées du fléau. Cet espoir fut malheureusement déçu, et au mois d'août parurent les symptômes caractéristiques de la maladie.

Les populations rurales déjà fortement imbuës de l'idée que cette maladie était produite par les émanations des fabriques de produits chimiques, s'étaient surtout confirmées dans cette opinion après la publication d'une brochure publiée vers cette époque.

Ce fut sous l'influence de ces diverses circonstances qu'eurent lieu, au mois d'août, des manifestations contre les établissements de produits chimiques.

Sur l'invitation de M. le Ministre de l'Intérieur, la commission fut réunie d'urgence le 23 août (1).

Les chimistes firent connaître les observations qu'ils avaient recueillies en visitant les différents établissements, les défauts qu'ils avaient remarqués aux appareils et les modifications qu'il conviendrait d'y apporter.

(1) M. Sauveur, inspecteur général du service médical civil, délégué par M. le Ministre de l'Intérieur, était présent à cette séance et a continué, depuis cette époque, à assister aux réunions de la commission.

Ils insistèrent surtout sur la nécessité d'adopter, pour la fabrication du sulfate de soude, un système de fours qui permit la séparation des vapeurs acides et des produits de la combustion, parce que, dans leur opinion, il était impossible d'arriver, sans cette séparation, à une condensation satisfaisante des gaz acides.

Les chimistes firent, en outre, remarquer qu'il ne leur avait pas été possible d'approfondir les questions nombreuses, complexes et ardues qu'avait fait surgir l'examen auquel ils s'étaient livrés, de sorte qu'ils devaient nécessairement continuer leurs investigations, avant de pouvoir en déduire des résultats certains.

Dans la séance du 31 août, il fut donné lecture d'une dépêche de M. le Ministre de l'Intérieur, en date du 28 de ce mois, par laquelle ce haut fonctionnaire demandait entre autres une description exacte des fours à sulfate, tels que les chimistes de la commission désiraient les voir établir pour arriver à un système de condensation aussi complet que possible.

La commission fut d'avis qu'elle devait se borner à formuler les conditions d'un bon système de fours et laisser aux industriels le soin de les appliquer; des brevets avaient été pris pour des fours où les vapeurs acides étaient séparées des produits de la combustion, et la commission ne voulait ni ne pouvait s'immiscer dans des questions d'intérêt privé. D'ailleurs, il lui était impossible d'assumer la responsabilité de la mauvaise construction des appareils, ou des inconvénients qui pourraient résulter du défaut de surveillance dans les manipulations.

M. le gouverneur, dans le but de faciliter les travaux de la commission, formula une série de questions dont les solutions devaient renfermer l'opinion de ce collège sur les points les plus importants qu'il était appelé à examiner; de ces solutions devaient découler des conclusions réclamées avec instance par M. le Ministre de l'Intérieur.

Dans les séances des 31 août, 4 et 5 septembre, la commission examina attentivement et résolut les questions posées par M. le gouverneur, et elle formula des conclusions préliminaires; mais elle dut faire des réserves fondées sur l'état incomplet de l'instruction.

Les chimistes déclarèrent notamment que, n'ayant procédé jusqu'à ce jour qu'à la visite des fabriques et à la constatation des procédés de fabrication, il était indispensable de se livrer à une appréciation détaillée de ces procédés et de faire des expériences à l'effet de déterminer, entre autres choses, la nature et la quantité des différents gaz nuisibles qui se dégagent pendant les opérations.

Dans la séance du 5 septembre, il fut décidé que la commission se rendrait dans les différents établissements, afin de se livrer à une enquête générale sur la fabrication. Les procès-verbaux de cette enquête sont annexés à ce rapport, ils constatent notamment que tous les fabricants ont reconnu que les usines lançaient des vapeurs acides dans l'atmosphère.

Dans cette même séance du 3 septembre, la commission émit le vœu d'être renforcée par l'adjonction de trois nouveaux chimistes. M. Chandelon, auteur de la proposition, fit valoir que les chimistes avaient à se livrer à de nombreuses analyses et expériences, nécessaires pour fixer leur conviction, et que les travaux de la commission ne pouvaient se terminer promptement sans le concours qu'il demandait. La commission reconnut, en outre, qu'il était indispensable de constater l'état des lieux dans les fabriques au moment de sa visite, les plans fournis par les directeurs des établissements étant très-incomplets et inexacts.

Un arrêté de M. le Ministre de l'Intérieur, en date du 6 septembre, fit droit à ce désir, en adjoignant à la commission MM. Davreux, professeur de chimie à l'école industrielle de Liège; Depaire, pharmacien-chimiste à Bruxelles, membre du conseil supérieur d'hygiène publique et Gauthy, professeur de chimie à l'athénée royal de Liège. En même temps, M. Camille Renard, ingénieur civil, fut chargé, par décision de M. le gouverneur de la province de Namur, de dresser, d'après les indications de la commission, des plans plus précis et plus détaillés des fabriques et de leurs appareils.

La sous-commission des chimistes se réunit le 13 septembre. Dans cette séance, elle adopta le programme des opérations auxquelles elle allait se livrer et, le 14 septembre, elle commença, dans les usines, ses travaux, qui consistèrent principalement à étudier avec soin les procédés de fabrication, à recueillir des échantillons destinés à être soumis plus tard à l'analyse, à constater par des expériences la nature des émanations et leur passage dans les différents conduits aboutissant aux cheminées, à apprécier, également par des expériences, la marche et les effets des appareils de condensation employés, afin de déterminer autant que possible la quantité de gaz nuisibles qui se répand dans l'atmosphère.

En se livrant à ces observations et à ces expériences dans les établissements, la commission a rencontré de nombreuses difficultés, de la part des ouvriers surtout, qui, gênés probablement par les opérations qui leur étaient imposées, apportaient à chaque instant de la négligence, de la mauvaise volonté ou des changements dans leur manière de travailler, et obligeaient les membres de la commission à séjourner dans les fabriques jusqu'à ce qu'ils eussent obtenu des résultats satisfaisants.

Les travaux dans les fabriques, commencés le 14 septembre, ont été terminés le 6 octobre. Depuis lors, de nouvelles visites ont été faites, afin de compléter ou de contrôler les renseignements qui avaient été fournis à la commission, ou ceux qu'elle avait elle-même recueillis.

Après les travaux dans les usines sont venus ceux du laboratoire, qui ont été répartis entre les membres de la sous-commission des chimistes de la manière suivante :

M. Chandelon a analysé les pyrites et les résidus provenant de leur grillage ; M. Davreux, les échantillons de sulfate de soude, d'eaux et d'acides recueillis dans les bombonnes ou les condenseurs ; M. Depaire, les gaz des chambres de plomb et ceux qui passent par les différents canaux et par les cheminées ; M. Gauthy, les échantillons de sel et les produits des cuvettes des fours à sulfate ; M. Guillery s'est occupé d'expériences spéciales et de l'examen des eaux aux environs des fabriques.

Quant à la rédaction des différentes parties du rapport, voici comment ce travail de la commission a été réparti :

M. Gauthy a été chargé de l'histoire des fabriques, de la description des opérations qu'on y pratique et de la partie qui comprend l'examen du mode de fabrication du sulfate de soude ; M. Chandelon, de la partie relative à l'appréciation du procédé de fabrication de l'acide sulfurique ; MM. Davreux et Depaire, des parties concernant les produits qui s'échappent des cheminées et les inconvénients qui résultent des mares de soude ; enfin, M. Dugniolle, de tout ce qui concerne l'influence des fabriques sur la végétation.

M. Gauthy, nommé rapporteur de la commission, dans la séance du 24 décembre 1855, a été chargé, de concert avec M. le gouverneur président, de coordonner les travaux fournis par les différents membres.

Tel est, Monsieur le Ministre, l'exposé succinct des diverses opérations auxquelles s'est livrée la commission. Il était nécessaire pour faire ressortir toutes les difficultés qui ont entouré l'accomplissement de la mission délicate que vous lui avez confiée.

Mise en présence d'intérêts contraires, mais respectables, la commission devait apporter dans ses recherches la plus scrupuleuse exactitude et faire preuve de la plus sévère impartialité ; elle espère y avoir réussi et avoir justifié par ses efforts la confiance du Gouvernement. Elle n'a qu'un regret, c'est que le temps ne lui ait pas été donné pour multiplier ses observations et ses expériences.



(7)

DIVISION DU TRAVAIL.

Le rapport se divise en deux parties : la première concerne les travaux des fabriques de produits chimiques et les observations de la sous-commission des chimistes ; la seconde est relative à l'influence de ces fabriques sur la végétation.

PREMIÈRE PARTIE.

- CHAPITRE 1^{er}. Historique des fabriques.
 - CHAPITRE II. Description de la fabrication de l'acide sulfurique.
 - CHAPITRE III. Appréciation du procédé de fabrication de l'acide sulfurique.
 - CHAPITRE IV. Description de la fabrication du sulfate de soude et des appareils de condensation pour l'acide hydrochlorique.
 - CHAPITRE V. Effets des appareils. — Examen et appréciation du mode de fabrication du sulfate de soude.
 - CHAPITRE VI. Examen des produits qui s'échappent des cheminées.
 - CHAPITRE VII. Fabrication de la soude. — Émanations et inconvénients des marcs de soude.
 - CHAPITRE VIII. Fabrication du chlorure de chaux et de la couperose.
- CONCLUSIONS.

SECONDE PARTIE.

- CHAPITRE 1^{er}. Analyse des pétitions et réclamations qui ont été soumises à l'appréciation de la commission.
 - CHAPITRE II. Exposé synthétique de la marche suivie dans les investigations et aperçu général d'une partie des faits observés.
- CONCLUSIONS.

ANNEXES.

1^o Rapport de M. le professeur Stas, sur les fabriques de M. Kuhlmann, en France.

2° Procès-verbal de l'enquête faite dans les fabriques de la province de Namur.

3° Renseignements fournis par l'administration au sujet de l'influence des émanations acides sur la santé publique.

4° Rapport fait à la commission sur la brochure et l'herbier du sieur Peeters.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

HISTORIQUE DES FABRIQUES.

FABRIQUE DE RISLE.

Origine. — La création de la fabrique de produits chimiques de Risle remonte à l'année 1843.

Par une pétition en date du 15 octobre de cette année, M. Del Marmol, propriétaire à Saint-Marc, province de Namur, demanda à la députation permanente du conseil provincial l'autorisation « d'établir dans le vallon de Risle, commune » de Saint-Marc, comme complément et agrandissement des établissements déjà » y existants, de soufre et de couperose, une fabrique de produits chimiques, » consistant en acide sulfurique, sulfate de soude, soude, cristaux de soude et » alun. »

L'information *de commodo et incommodo* à laquelle l'administration communale de Saint-Marc fit procéder, le 18 novembre de la même année, n'ayant donné lieu à aucune opposition, le conseil communal de Saint-Marc et le commissaire d'arrondissement é mirent l'avis qu'il y avait lieu d'accueillir la demande, attendu que cette fabrique devait être établie dans un endroit isolé, où il existait déjà une fabrique de l'espèce.

La députation permanente, par un arrêté en date du 7 décembre 1843, accorda, sans aucune condition ni limitation, l'autorisation demandée par la fabrique de Risle.

Modifications ou agrandissements. — Il nous est impossible de faire la comparaison entre la fabrique de Risle, à l'époque de son origine, et ce même établissement, au moment de notre visite, parce qu'il n'existe au dossier aucun plan

faisant connaître le nombre et la disposition des appareils, lorsque l'autorisation a été accordée.

D'après les renseignements que nous avons recueillis, la première chambre de plomb a été mise en activité au mois de mai 1844, et c'est vers la fin de cette année qu'on a commencé à faire du sulfate de soude.

La deuxième chambre a été construite vers la fin de 1849, et la troisième en 1852.

Nous avons aussi appris que, dans le principe, le sulfate de soude se fabriquait au moyen de deux fours simples. Aujourd'hui, le nombre de fours a été porté à cinq, mais l'un d'eux est presque toujours en réparation.

Enfin, nous avons trouvé des indications plus complètes dans deux rapports, dont l'un du comité consultatif pour les affaires industrielles, en date du 19 juillet 1848, l'autre de M. l'ingénieur de Crassier, en date du 22 octobre 1852.

Le premier de ces rapports constate qu'en 1848, il existait à Risle :

- 1° Deux fours à griller la pyrite et une chambre de plomb ;
- 2° Trente-quatre ballons pour la concentration de l'acide sulfurique à 66° ;
- 3° Un four pour la préparation du sulfate de soude ;
- 4° Un appareil de condensation pour le gaz acide hydrochlorique ;
- 5° Quatre fours à soude ;
- 6° Un atelier pour la fabrication de la couperose.

Le rapport de M. de Crassier mentionne les appareils suivants :

- 1° Trois chambres de plomb, munies chacune d'un four à pyrite ;
- 2° Des cuves pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;
- 3° Cent quarante ballons en verre pour la concentration du même acide à 66° ;
- 4° Quatre fours à sulfate de soude ;
- 5° Des bombonnes au nombre de cinquante-huit pour chaque four ;
- 6° Un appareil de condensation pour les vapeurs acides ;
- 7° Des appareils pour la fabrication de la soude ;
- 8° Un atelier pour la fabrication de la couperose, au moyen des résidus du grillage des pyrites.

En 1848, le comité consultatif pour les affaires industrielles proposa au Gouvernement de faire élever la cheminée de l'usine à la hauteur de 82 mètres.

État actuel de la fabrique. — D'après le nouveau plan dressé par la commission, il existe actuellement, à Risle, les appareils suivants :

- 1° Trois chambres de plomb, une quatrième est en construction ;
- 2° Deux fours à grille et deux à dalles ;
- 3° Dix-huit chaudières pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;
- 4° Trois ateliers pour la concentration du même acide à 66°, comprenant cent cinquante-six ballons ;
- 5° Cinq fours à sulfate de soude ;
- 6° Deux fours à soude, et un lessivoir ;
- 7° Trois fours et des chaudières à évaporer ;
- 8° Trois fours à carbonater ;
- 9° Des poêles de concentration ;
- 10° Trois fours à sécher le sel ;

- 11° Des chaudières et des cristallisoirs pour la fabrication des cristaux de soude ;
 12° Un atelier pour la fabrication de la couperose.

Importance de la fabrication. — On fabrique, à Risle, les produits suivants :

- 1° L'acide sulfurique à 60° et à 66° ;
- 2° Le sulfate de soude ;
- 3° L'acide hydrochlorique ;
- 4° Le carbonate de soude à différents degrés, de 70° à 90°, et les cristaux de soude ;
- 5° Le sulfate de fer ;
- 6° L'ocre et les couleurs.

Le tableau suivant fait connaître les quantités en kilogrammes de chacun des produits fabriqués pendant cinq années :

ANNÉES.	ACIDE SULFURIQUE à 60°.	ACIDE SULFURIQUE à 66°.	ACIDE hydrochlorique.	SULFATE DE SOUDE.	SEL DE SOUDE au degré moyen de 90° (a).	SULFATE DE FER.	Observations.
1850	1,372,823	98,041	307,207	1,291,935	494,161	190,950	(a) Sous cette dénomination de sel de soude, se trouvent compris la soude en fabrication au 31 décembre, ainsi que les cristaux de soude dont les quantités sont : Pour 1850 ... 493,950 — 1851 ... 631,341 — 1852 ... 568,420 — 1853 ... 443,521 — 1854 .. 722,078
1851	1,731,542	142,578	996,700	1,342,667	554,830	228,115	
1852	2,455,273	372,747	1,170,800	1,817,535	579,082	148,250	
1853	2,425,902	438,020	1,167,000	1,853,879	654,278	115,817	
1854	2,697,550	100,453	1,655,700	2,460,095	922,531	97,550	

FABRIQUE DE FLOREFFE.

Origine. — L'autorisation d'établir une fabrique de produits chimiques dans cette commune a été sollicitée par l'administration de la Société de Floreffe, le 18 mai 1849, par lettre adressée à la députation permanente du conseil provincial, conformément à l'art. 2 de l'arrêté royal du 31 janvier 1824.

L'enquête *de commodo et incommodo*, ouverte dans les communes avoisinantes, donna lieu à de nombreuses oppositions, fondées sur ce que les gaz qui s'échappent des usines de l'espèce nuisent considérablement aux végétaux.

L'autorisation d'ériger cette fabrique fut accordée aux sieurs Royer et C^{ie}, par un arrêté de la députation permanente de Namur, en date du 4 octobre 1849, aux conditions suivantes :

« ART. 1^{er}. Les permissionnaires prendront toutes les dispositions nécessaires
 » pour mettre les ouvriers à l'abri des émanations nuisibles et entretenir constamment une bonne ventilation dans toutes les parties de la fabrique, notamment dans les ateliers où seront établis les fours à pyrite et à sulfate de soude.

» ART. 2. Ils devront faire usage des procédés et des appareils que l'administration reconnaîtrait les plus propres à obtenir l'entière destruction des fumées et des gaz, notamment du gaz acide hydrochlorique résultant de la décomposition du sel et de la calcination du sulfate de soude.

» L'appareil de condensation, pour lequel le sieur Henroz vient d'obtenir un

» brevet d'invention et qui consiste à fouler les gaz dans des réservoirs pleins
 » d'eau, au moyen de cloches ou de caisses plongeantes mues par une machine à
 » vapeur, paraissant jusqu'ici le plus propre à obtenir une condensation aussi
 » complète que possible du gaz acide hydrochlorique, les permissionnaires devront
 » en faire l'application immédiate à leur fabrication. Le nombre des cloches et
 » celui des réservoirs seront déterminés par l'administration, selon l'importance
 » de la fabrication. L'eau des réservoirs de condensation sera renouvelée, de
 » manière à ne jamais arriver à un degré de saturation qui ne permettrait plus au
 » gaz de s'y dissoudre.

» ART. 3. Les résidus résultant de la fabrication du carbonate de soude seront
 » enterrés et recouverts d'au moins trente centimètres de terre.

» ART. 4. La députation du conseil provincial se réserve de donner aux condi-
 » tions qui précèdent telle extension qu'elle jugera nécessaire dans l'intérêt des
 » propriétés, de la salubrité publique et de celle des ouvriers.

» ART. 5. Les permissionnaires ne pourront mettre leur fabrique en activité
 » que sur un permis de l'administration qui leur sera délivré après qu'il aura été
 » constaté de la bonne disposition des appareils de condensation et des moyens
 » suffisants de ventilation pour l'assainissement des ateliers.

» ART. 6. Ils devront, chaque fois que l'administration le jugera convenable,
 » faciliter au fonctionnaire à ce délégué la visite des ateliers et les moyens de
 » s'assurer du bon état des appareils et de l'accomplissement des obligations qui
 » leur sont imposées par l'acte de permission.

» ART. 7. En cas d'inexécution des conditions qui précèdent ou de celles qui
 » seraient prescrites ultérieurement par l'administration dans l'intérêt de la
 » sûreté et de la salubrité publiques, l'autorisation sera immédiatement révoquée
 » de plein droit, sans aucun recours au droit d'indemnité quelconque en faveur
 » des pétitionnaires ou de leurs ayants cause. »

Modifications ou agrandissements. — Le plan joint à la demande d'autori-
 sation et qui se trouve au dossier, comprend :

- 1° Un four à pyrite ;
- 2° Une chambre de plomb ;
- 3° Un atelier pour la concentration de l'acide sulfurique ;
- 4° Des fours à sulfate de soude ;
- 5° Un appareil pour la condensation des vapeurs acides ;
- 6° Un four à soude ;
- 7° Un lessivoir ;
- 8° Un four à évaporer ;
- 9° Un four à carbonater.

Deux chambres de plomb ont été mises en activité au mois de novembre 1849 ;
 la troisième chambre a été établie en 1850.

La fabrication du sulfate de soude a commencé au mois de janvier ou de
 février 1850, avec quatre fours à deux cuvettes; l'un d'eux était habituellement
 en réserve ou en réparation.

Dans le principe, les produits de la combustion se mêlaient avec les gaz dégagés sur la sole à calciner. En 1852, ce système a été abandonné et remplacé par des fours qui permettent de séparer complètement les produits de la combustion des vapeurs acides et pour lesquels le directeur de la fabrique de Floreffe, M. Henroz, a été breveté le 17 février 1852.

État actuel de la fabrique. — A l'époque de notre visite, ainsi que l'indique le plan général de l'établissement de Floreffe, que la commission a fait dresser, cette fabrique possédait les appareils suivants :

- 1° Trois chambres de plomb ;
- 2° Deux fours à grille et deux fours à dalles ;
- 3° Six chaudières pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;
- 4° Un atelier pour la concentration du même acide à 66°, comprenant soixante-huit ballons ;
- 5° Cinq fours à sulfate, dont un seul en activité, les autres en réparation ;
- 6° Un appareil de condensation pour le four en activité, d'autres appareils semblables en construction ;
- 7° Deux fours à soude ;
- 8° Un lessivoir ;
- 9° Deux fours à évaporer ;
- 10° Deux fours à carbonater ;
- 11° Des poêles à évaporer ;
- 12° Deux fours à sécher le sel de soude ;
- 13° Un atelier pour la fabrication des cristaux de soude ;
- 14° Des appareils pour la préparation du chlorure de chaux, comprenant vingt-quatre ballons et deux chambres.

Importance de la fabrication. — Les produits qui se fabriquent à Floreffe, sont les suivants :

- 1° L'acide sulfurique à 60° et à 66° ;
- 2° Le sulfate de soude ;
- 3° L'acide hydrochlorique ;
- 4° Le sel et les cristaux de soude ;
- 5° Le chlorure de chaux solide.

Tableau des produits fabriqués pendant cinq années :

ANNÉES.	ACIDE	ACIDE	ACIDE	SULFATE	SEL	CRISTAUX	CHLORURE
	sulfurique à 60°.	sulfurique à 66°.	hydrochlorique.	DE SOUDE.	DE SOUDE.	DE SOUDE.	DE CHAUX.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1850	1,441,148	6,400	608,000	1,124,787	588,657	208,859	"
1851	1,793,850	38,254	870,562	1,850,810	586,193	587,818	106,200
1852	2,503,200	101,590	887,920	1,865,830	586,100	592,522	101,000
1853	2,585,978	104,012	1,031,800	1,994,530	603,160	585,800	115,525
1854	2,108,900	27,100	1,090,000	1,978,460	606,000	324,936	137,650

FABRIQUE DE MOUSTIER.

Origine. — L'établissement de Moustier a été autorisé par arrêté royal du 26 janvier 1852.

Toutefois, dès le 5 octobre 1851, on avait commencé la fabrication de l'acide sulfurique avec une seule chambre et celle du sulfate de soude, au moyen de trois fours, dont deux étaient habituellement en activité.

L'autorisation avait été sollicitée par MM. Bequet, Herpigny et C^{ie}, le 18 mai 1851. Les pétitionnaires déclaraient que le but de la société était de fabriquer la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour produire la décomposition du sel marin et obtenir annuellement environ trois à quatre cent mille kilogrammes de sel de soude.

Ils ajoutaient qu'ils se proposaient de condenser toutes les vapeurs provenant de la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé suivi en France et qui consiste à ressaisir l'acide nitreux à l'aide d'un appareil particulier.

Quant au gaz acide muriatique, on devait condenser, dans des bombonnes en grès, non-seulement celui qui se dégagerait dans les cuvettes de décomposition, mais encore celui qui s'échapperait pendant le calcinage.

Les pétitionnaires promettaient de construire leurs ateliers d'après les règles de l'hygiène, et d'élever dans l'atmosphère toutes les fumées des appareils par une cheminée de 60 mètres de hauteur.

Dans une lettre, en date du 3 décembre 1851, les pétitionnaires donnaient les détails suivants sur les procédés de fabrication :

« L'appareil que nous avons monté, pour la fabrication de l'acide sulfurique, »
 » est conforme à ceux qui existent dans les établissements de même nature et »
 » fonctionnera de la même manière ; il comporte en plus un condensateur placé »
 » à l'extrémité de la chambre de plomb, destiné à recueillir le gaz nitreux qu'on »
 » laisse souvent s'échapper en liberté ou dans une simple cheminée. D'après »
 » M. Payen, cet appareil, employé en France, permet de recueillir la plus grande »
 » partie de l'acide nitreux qui autrement serait lancé dans l'atmosphère.

» Nos fours à sulfate, construits avec le plus grand soin, pour éviter les fuites »
 » de gaz, sont pourvus de deux grandes séries de bombonnes destinées à recueil- »
 » lir, non-seulement l'acide muriatique qui se produit pendant la décomposition »
 » du sel marin dans la cuvette du four, mais encore celui qui s'échappe pendant »
 » la calcination du sulfate. Notre établissement est le premier où l'on ait placé les »
 » bombonnes directement sur les cheminées des fours, nous avons en cela imité »
 » certaines fabriques de France (Aniche, près de Valenciennes), où l'on s'en »
 » trouve fort bien. »

La demande de la Société de Moustier rencontra plusieurs oppositions de la part de différents habitants des communes de Mornimont et de Soye, qui redoutaient les effets des vapeurs de cette fabrique.

Un arrêté royal du 26 janvier 1852 accorda à la fabrique de Moustier une autorisation provisoire, pour un terme de deux ans, aux conditions suivantes :

1° De prendre, à l'intérieur des ateliers, toutes les dispositions hygiéniques dans l'intérêt des ouvriers, et de mettre à profit, pour cet objet, toutes les améliorations que la science viendrait à indiquer.

2° De se conformer aux dispositions et aux mesures de précaution ci-après indiquées, savoir :

a. La fabrique sera érigée conformément aux plans ci-annexés, elle contiendra les appareils de condensation et toutes les dispositions préservatrices énoncées et représentées ci-dessous dans la lettre et les annexes que les impétrants ont adressées au Gouverneur de la province de Namur, sous la date du 3 décembre 1851.

b. La cheminée de l'usine aura une hauteur de soixante mètres, au moins.

c. Dans le cas où les constructions et appareils établis par les impétrants pour prévenir tous les inconvénients de l'usine, seraient reconnus inefficaces ou insuffisants, le Gouvernement se réserve expressément le droit d'indiquer et d'imposer toutes nouvelles dispositions et conditions qui lui paraîtraient propres à atteindre ce but de préservation.

3° De se conformer aux lois et règlements en vigueur ou à intervenir sur la matière, ainsi qu'aux dispositions et aux mesures de précaution qui pourraient leur être ultérieurement prescrites par M. le Ministre de l'Intérieur.

4° De laisser visiter leurs ateliers par la personne que l'autorité administrative désignera à cette fin.

5° De rester responsables envers les tiers des dommages auxquels leur usine pourrait donner lieu.

6° De se voir retirer l'autorisation, sans aucune indemnité, en cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent.

Modifications ou agrandissements. — Le premier plan, annexé à l'arrêté royal du 26 janvier 1852, comprend :

- 1° Une chambre de plomb ;
- 2° Des cuvettes à concentrer l'acide sulfurique à 60° ;
- 3° Trois fours à sulfate de soude ;
- 4° Un four à soude ;
- 5° Un lessivoir ;
- 6° Deux fours à évaporer ;
- 7° Deux fours à carbonater ;
- 8° Deux chaudières à évaporer ;
- 9° Un four à sécher le sel ;
- 10° Un cristalliseur.

Postérieurement, en 1852, une nouvelle chambre de plomb a été établie et deux nouveaux fours ont été ajoutés aux trois qui existaient déjà.

Enfin, en 1853, on a placé à chaque grande chambre une petite chambre en queue.

État actuel de la fabrique. — Actuellement, ainsi que l'indique le nouveau plan dressé par la commission, il existe, à Moustier, les appareils suivants :

- 1° Trois fours à griller la pyrite et un four à brûler le soufre ;
- 2° Deux grandes chambres de plomb, avec chambres en queue ;
- 3° Cinq chaudières pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;
- 4° Un atelier pour la concentration du même acide à 66°, comprenant cinquante-six ballons ;

- 5° Cinq fours à sulfate de soude ;
- 6° Deux fours à soude ;
- 7° Un lessivoir.
- 8° Deux fours à évaporer ;
- 9° Cinq fours à carbonater ;
- 10° Cinq fours servant à chauffer 22 poêles ou chaudières à évaporer ;
- 11° Deux fours à sécher le sel ;
- 12° Un cristalliseur ;
- 13° Un atelier pour la fabrication du chlorure de chaux, comprenant 80 ballons pour la préparation du chlore et quatre chambres ;
- 14° Une couperoserie, comprenant deux cuves, quatre chaudières à évaporer et onze cristalliseurs.

Importance de la fabrication. — La fabrique de Moustier prépare actuellement les produits suivants :

- 1° L'acide sulfurique à 60° et à 66° ;
- 2° Le sulfate de soude ;
- 3° L'acide hydrochlorique ;
- 4° Le sel et les cristaux de soude ;
- 5° Le chlorure de chaux sec ;
- 6° La couperose.

L'état suivant donne, pour les quatre dernières années, la production de cet établissement :

EXERCICES (commençant le 1 ^{er} août).	ACIDE SULFURIQUE à 60°.	ACIDE SULFURIQUE à 66°.	ACIDE hydrochlorique.	SULFATE DE SOUDE.	SEL DE SOUDE.	CHLORURE DE CHAUX.	SULFATE DE FER.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1851-1852	612,267	•	535,355	760,098	182,020	•	•
1852-1853	1,582,224	49,075	655,504	1,451,694	401,796	•	•
1853-1854	1,706,831	42,346	810,986	1,694,382	615,839	31,475	56,935
1854-1855	1,946,950	25,352	974,982	1,974,377	686,478	41,442	32,671

FABRIQUE D'AUVELAIS.

Origine. — La fabrique de produits chimiques d'Auvelais a été autorisée le 15 juillet 1852.

La première chambre de plomb a été mise en activité vers la fin de 1850, antérieurement à l'arrêté d'autorisation, et la deuxième, en 1852.

La fabrication du sulfate de soude a commencé au mois de janvier 1851, aussi avant l'autorisation. Dans le principe, il n'y avait qu'un four double, c'est-à-dire à deux cuvettes ; on y a ajouté, dans le courant de 1851, un second four double, et en 1852, un troisième four.

Une lettre du collège des bourgmestre et échevins d'Auvelais, en date du 28 avril 1852, fait connaître que la fabrique en activité depuis six semaines à deux mois, soulève des plaintes nombreuses.

Dans une lettre du 7 mai 1852, M. l'ingénieur de Crassier déclare qu'il s'est rendu sur les lieux, qu'il a constaté que la fabrique d'Auvélais fonctionnait sans autorisation et que les moyens de condensation employés n'étaient pas suffisants.

Par arrêté royal du 15 juillet 1852, les sieurs Jules Levy et C^{ie}, de Namur, ont été autorisés, pour un terme de trente ans, à établir sur le territoire de la commune d'Auvélais, une fabrique d'acide nitrique, d'acide muriatique, de sulfate de soude, de sel de soude et de chlorure de chaux.

Cette autorisation a été accordée aux conditions suivantes :

1° De prendre, à l'intérieur des ateliers, toutes les dispositions hygiéniques dans l'intérêt des ouvriers, et de mettre à profit, pour cet objet, toutes les améliorations que la science viendrait à indiquer.

2° De se conformer aux dispositions et aux mesures de précaution ci-après indiquées, savoir :

a. La fabrique sera établie conformément aux plans ci-annexés.

b. Une cheminée d'aérage sera établie sur le magasin de sel.

c. Deux cheminées ayant la même destination, seront établies dans l'atelier contenant les fours à sulfate de soude et dans ceux où se fabrique le carbonate de soude et où s'opère l'évaporation.

d. Des ouvertures ou créneaux seront pratiqués au niveau du sol et dans les murs de ces ateliers, afin d'activer l'aération.

e. Le Gouvernement se réserve d'imposer d'autres obligations relatives à l'écoulement ou au transport des eaux de lavage et résidus, s'il résultait par la suite quelque inconvénient de la conduite de ces eaux dans la mare qui les reçoit aujourd'hui.

3° De se conformer aux lois et règlements en vigueur ou à intervenir sur la matière, ainsi qu'aux dispositions et aux mesures de précaution qui pourraient leur être ultérieurement prescrites par M. le Ministre de l'Intérieur.

4° De laisser visiter leurs ateliers par la personne que l'autorité administrative désignera à cette fin.

5° De rester responsables envers les tiers des dommages auxquels leur usine pourrait donner lieu.

6° De se voir retirer l'autorisation, sans aucune indemnité, en cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent.

Modifications ou agrandissements. — Le plan de l'établissement d'Auvélais, portant la date du 27 août 1851, et qui est joint à la demande d'autorisation, comprend :

1° Un four à dalles et un four à grille ;

2° Deux chambres de plomb ;

3° Un appareil pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;

4° Quatre fours à sulfate de soude ;

5° Des colonnes et trois appareils pour la condensation des vapeurs acides ;

6° Deux fours à soude ;

7° Un lessivoir ;

8° Un four à évaporer ;

- 9° Un four à carbonater ;
- 10° Un appareil pour la dissolution du sel carbonaté ;
- 11° Trois poêles d'évaporation ;
- 12° Un four à dessécher le sel ;
- 13° Un appareil pour la fabrication des cristaux de soude.

En 1854, deux fours simples accolés l'un contre l'autre ont été construits et l'un d'eux a marché, avec les trois qui existaient à cette époque, pendant tout le courant de cette année.

État actuel de la fabrique. — A l'époque de notre visite, ainsi que l'indique le plan général de l'établissement, que la commission a fait dresser, il existait, à Auvélais, les appareils suivants :

- 1° Un four à dalles et deux fours à grille ;
- 2° Deux chambres de plomb, dont l'une avec chambre en queue ;
- 3° Neuf chaudières pour la concentration de l'acide sulfurique à 60° ;
- 4° Un atelier pour la concentration du même acide à 66° ;
- 5° Cinq fours pour la préparation du sulfate de soude, dont trois à deux cuvettes et deux à une seule cuvette ;
- 6° Deux fours à soude ;
- 7° Un lessivoir ;
- 8° Deux fours à évaporer ;
- 9° Deux fours à carbonater ;
- 10° Sept chaudières pour la dissolution du sel carbonaté, une chaudière de décantation et onze poêles à concentrer ;
- 11° Deux fours à sécher le sel de soude ;
- 12° Un atelier pour la fabrication des cristaux de soude.

Importance de la fabrication. — On prépare, à Auvélais, les produits suivants :

- 1° L'acide sulfurique à 60° et à 66° ;
- 2° Le sulfate de soude ;
- 3° L'acide hydrochlorique ;
- 4° Le sel et les cristaux de soude.

Tableau des produits fabriqués depuis le 1^{er} février 1852 jusqu'au 24 novembre 1855 inclusivement.

ANNÉES.	ACIDE SULFURIQUE à 60°.	ACIDE SULFURIQUE à 66°.	ACIDE hydrochlorique.	SULFATE DE SOUDE.	SEL DE SOUDE.	CRISTAUX DE SOUDE.
	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
1852	897,850	18,710	170,000	829,418	228,300	133,340
1853	1,638,681	21,824	196,722	1,400,072	428,186	183,803
1854	1,688,458	419	540,767	1,701,492	463,737	133,810
1855	1,108,239	.	983,750	984,258	257,032	74,201

CHAPITRE II.

DESCRIPTION DE LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

L'acide sulfurique se prépare, dans les établissements de la province de Namur, comme dans les fabriques similaires de notre pays, en faisant arriver, dans de grandes chambres de plomb, de l'acide sulfureux, de l'acide nitrique, de la vapeur d'eau et de l'air atmosphérique.

Les chambres de plomb présentent les mêmes dispositions dans les différentes fabriques. Fixées sur des charpentes, elles sont partout situées en plein air et n'ont pas de cloisons intérieures. Leur capacité totale varie de 1500 à 2400 mètres cubes.

Dans la plupart des fabriques de la province de Namur, les appareils ne comprennent qu'une seule chambre ; cependant il en est qui sont munis d'une seconde chambre, plus petite, nommée *chambre en queue*. Dans un seul établissement, la grande chambre est précédée de deux tambours, dont un de rechange : la capacité de chacun d'eux varie de 5 à 10 mètres cubes.

PRODUCTION DE L'ACIDE SULFUREUX.

L'acide sulfureux est produit par le grillage des pyrites. Celui-ci s'opère, selon que la pyrite est fragmentaire ou pulvérulente, dans des fours à grille ou dans des fours à dalles.

Quelquefois, lorsque la pyrite manque, on obtient l'acide sulfureux par la combustion du soufre.

A Moustier, nous avons vu un four à brûler le soufre, dont la surface est de 6,50 mètres carrés, et dans lequel on peut, en vingt-quatre heures, opérer la combustion de 1000 à 1200 kilogrammes de soufre.

Fours à grille. — L'un de ces fours est représenté planche I (fig. 1 à 5). Il se compose d'une grille K, servant à recevoir la pyrite L. Cette grille est formée de barreaux disposés longitudinalement, quelquefois transversalement. Un tiers environ est réservé pour la pyrite en plus petits morceaux et présente des barreaux plus rapprochés. La surface de la grille est de 12 à 14 mètres carrés ; dans une seule fabrique, elle est de 19 mètres carrés.

Trois trémies *d*, placées à la partie supérieure du four, servent à y introduire

la pyrite, qui est ensuite étendue en couches uniformes et remuée de temps en temps par les portes *a*, existant de chaque côté du four. Un rouleau *b*, soutient le ringard et facilite le travail de l'ouvrier.

Une cave *e*, ayant environ 2 mètres de hauteur et autant de largeur, règne sous toute la longueur du four. Cette cave sert non-seulement au défournement du minerai grillé, mais aussi à l'introduction de l'air nécessaire à la combustion de la pyrite et à la marche des chambres.

Enfin, une cheminée *c*, construite ordinairement en maçonnerie, est destinée à conduire dans la chambre de plomb, les différents gaz qui doivent servir à la préparation de l'acide sulfurique.

La planche II (fig. 6 à 9), donne une autre disposition d'un four à grille, employé à Floresse.

La grille B est formée de barreaux disposés transversalement à 0^m,03 de distance les uns des autres.

Six portes latérales C servent au travail, et aussi, à opérer le chargement. Une cave A se trouve en dessous de la grille.

Sur toute la longueur du four, immédiatement en dessous de la grille, et à la partie latérale opposée à celle où se trouvent les portes C, existe une ouverture D de 0^m,15 de hauteur. Elle sert au dégrillage de la pyrite et se ferme par une série de plaques en tôle pouvant s'enlever à volonté.

Les différents gaz se rendent dans la chambre par un canal F; celui-ci est muni d'un registre qui permet de régler l'entrée de ces gaz.

Chargement des fours à grille. — Le chargement des fours à grille se fait en laissant tomber la pyrite concassée en morceaux de 0^m,03 à 0^m,04 environ de diamètre, par l'une des trémies. On charge aussi à la pelle, par les portes latérales, lorsque le four ne porte pas de trémie.

Le minerai est ensuite étendu, en couches uniformes, par les portes latérales et au moyen de ringards. Deux ouvriers travaillent simultanément à cette manœuvre.

Pendant le chargement, on a soin de fermer complètement les portes de la cave, afin d'éviter le refoulement, et aussi, pour que le tirage se fasse momentanément par l'ouverture supérieure.

La quantité de pyrite chargée dans les fours varie suivant la qualité du minerai, elle est, en moyenne de 2000 à 3000 kilogrammes en vingt-quatre heures. On fait de quatre à huit chargements pendant ce laps de temps. L'épaisseur de la couche de minerai est de 0^m,20 à 0^m,30.

On emploie aussi, dans les fours à grille, des briquettes carrées de 0^m,10 environ que l'on obtient en pétrissant de la pyrite en poudre avec de l'argile et de la paille. On a l'habitude de n'en mettre qu'un tiers au plus, avec la pyrite en morceaux.

Moyens de régler le tirage des fours. — La marche des fours est réglée, en même temps que les chambres, par le régulateur qui termine l'appareil et dont nous parlerons plus loin.

On règle aussi ce tirage en ouvrant ou en fermant les portes de la cave. Quel-

quefois, lorsque le four s'est échauffé trop fortement, on ouvre une des portes latérales du four, celle qui est en tête. L'air extérieur passe alors au-dessus de la pyrite, la refroidit et ralentit la combustion.

Défournement. — Le défournement précède immédiatement chaque chargement, afin de maintenir, autant que possible dans le four, une couche uniforme de minerai.

La manière d'opérer le dégrillage est différente suivant la disposition du four. Quand celui-ci est construit de la manière indiquée à la planche I, l'ouvrier, après avoir placé un auvent, destiné à le mettre à l'abri de la poussière, fait tomber dans la cave *e* au moyen d'un tisonnier, les morceaux de pyrite directement en contact avec les barreaux de la grille.

Dans le four représenté à la planche II, on procède au dégrillage par l'ouverture *D*, en ôtant successivement les plaques de tôle, afin de pouvoir introduire, sous la grille, un tisonnier à l'aide duquel on fait tomber le minerai brûlé dans la cave *A*. Les portes de celle-ci restent fermées pendant ce défournement.

Pendant le dégrillage de la pyrite qui dure environ quinze minutes, il se dégage des vapeurs d'acide sulfureux et une poussière provenant du minerai grillé et qui est essentiellement composée d'oxydes de fer. Quelquefois, il s'y trouve aussi des quantités minimales de composés de zinc et de plomb.

Nous avons vu que le dégrillage se faisait différemment suivant la disposition du four. Le moyen adopté pour le four employé à Floreffe, qui est représenté à la planche II, nous paraît préférable, parce que l'ouvrier ne doit guère se trouver gêné par les émanations dont nous avons parlé plus haut.

En outre, pendant ce dégrillage, le registre servant à fermer l'ouverture *O* (pl. I, fig. 3) est levé, et les vapeurs peuvent s'échapper par le canal qui se trouve au fond de la cave et qui aboutit à la cheminée de l'usine.

A Moustier, cette ouverture a été bouchée et il en résulte que l'ouvrier est fortement incommodé pendant son travail et qu'il doit fréquemment l'interrompre pour aller respirer au dehors.

La raison qui a engagé à boucher le canal d'appel, c'est que les ouvriers négligeaient de fermer le registre, lorsque le dégrillage était terminé, et il en résultait une perte que l'on a voulu éviter en supprimant complètement l'ouverture, circonstance qui a pour effet d'augmenter les inconvénients du travail de l'ouvrier, tout en diminuant la perte d'acide sulfureux lancé au dehors.

A Floreffe, afin de remédier à la négligence de l'ouvrier, on a placé le registre au milieu du chemin, de manière à gêner son travail et afin de l'obliger par là à fermer l'ouverture du canal.

Fours à dalles. — Ces fours servent à brûler la pyrite en poudre. La planche IV (fig. 14 à 17) fait connaître la disposition de l'un d'eux.

La sole est formée par des dalles *c* en terre réfractaire, supportées par des murs *d* et ayant une surface qui varie de 25 à 30 mètres carrés.

Le four est chauffé à la houille par des foyers *a*. Une ouverture *h* recouverte d'une plaque en fonte est placée à l'extrémité du four la plus rapprochée de la cheminée et sert au chargement de la pyrite. Celui-ci a lieu aussi quelquefois par une trémie ou par l'une des portes latérales.

Les portes *b* servent au travail. Près de l'une d'elles, celle qui est la plus éloignée du point où se fait le chargement, la sole du four présente, dans la plupart des fabriques, une ouverture carrée *h'*, d'environ 0,^m20 de côté, destinée à faire tomber la pyrite brûlée, dans un étouffoir *k* qui est fermé par une plaque en tôle.

Les figures 11 et 12 de la planche III représentent également un four à dalles.

Chargement des fours à dalles. — Ce chargement se fait par la partie supérieure ou par l'une des portes latérales, celle qui est en tête. Immédiatement après ce chargement, l'ouvrier ouvre l'une après l'autre, les différentes portes latérales, étend la pyrite qu'il vient de charger, la repousse de manière à la faire avancer successivement vers l'autre extrémité du four.

On brûle, dans les fours à dalles, en moyenne 5,000 kilogrammes de pyrite en vingt-quatre heures, on fait six à huit chargements pendant ce laps de temps. On maintient une couche de minerai qui varie de 0^m,08 à 0^m,10.

Défournement. — Le chargement est immédiatement précédé du défournement. Celui-ci a lieu par l'ouverture placée au-dessus de l'étouffoir, on y fait tomber la pyrite, lorsqu'elle a parcouru successivement toute la surface de la sole.

Le travail de l'ouvrier continue ensuite pour repousser la pyrite d'une porte vers l'autre, afin de faire place au nouveau chargement.

Nous avons remarqué dans une fabrique, où nous avons plus particulièrement observé la marche des fours à dalles, que ces différentes manœuvres pour défourner, étendre, repousser et charger la pyrite ont duré une heure environ. En outre, toutes les demi-heures, on retournait le minerai et on le faisait avancer, ce qui exigeait chaque fois environ dix minutes. Deux ouvriers sont nécessaires pour opérer ce travail.

La pyrite est enlevée de l'étouffoir au bout de quelques heures. Pour achever de la refroidir, on l'arrose avec de l'eau, ce qui donne lieu à des émanations qui incommodent les ouvriers. On la transporte ensuite pour l'amonceler en tas, dans le voisinage des fabriques.

A Auvélais, le four à dalles n'est pas muni d'un étouffoir. Nous avons vu opérer le défournement en attirant la pyrite brûlée dans un bac en tôle placé au pied du four. Lorsqu'il était rempli, on le transportait hors de l'atelier.

PRODUCTION DE L'ACIDE NITRIQUE.

L'acide nitrique s'obtient par la réaction de l'acide sulfurique sur le nitrate de soude.

Trois dispositions des appareils sont adoptées dans les fabriques que nous avons visitées.

Le nitrate de soude et l'acide sulfurique sont habituellement placés dans un petit chariot en fonte *g* (pl. I, fig. 3 et 4), d'environ 0^m,80 de longueur sur 0^m,25 de largeur et autant de profondeur. Ce chariot est disposé de manière à glisser sur un petit chemin de fer et à pouvoir être introduit dans une cage placée à l'intérieur de la cheminée du four et qui est fermée par une porte *h* en tôle. C'est la chaleur de la pyrite en combustion qui produit la réaction.

Chaque chambre de plomb est munie de deux chariots semblables, ils sont alternativement chargés au bout de quatre heures ; dans une seule fabrique, ce chargement se fait toutes les deux heures.

Voici comment cette opération s'exécute :

L'ouvrier, après avoir enlevé la porte *h*, qui ferme l'ouverture, fait sortir le chariot *g* et enlève le résidu de l'opération précédente consistant en sulfate acide de soude. Il ajoute ensuite du nitrate de soude, sur lequel il verse rapidement une quantité suffisante d'acide sulfurique sortant des chambres. Le chariot est promptement repoussé dans la cage et celle-ci est soigneusement fermée.

A Floreffe, on emploie des demi-cylindres en fonte E (pl. II, fig. 8 et 10), également au nombre de deux pour chaque chambre ; ils sont chauffés par la partie supérieure au moyen de l'acide sulfureux provenant de la combustion des pyrites. Ces demi-cylindres sont fixés dans l'intérieur de la cheminée en maçonnerie F, qui fait communiquer les fours à pyrite avec la chambre de plomb.

Une porte G (fig. 7) permet d'introduire dans le demi-cylindre le nitrate de soude et de retirer chaque fois le résidu de l'opération précédente, au moyen d'une grande cuiller. Une petite ouverture N (fig. 8), ménagée dans la maçonnerie au-dessus du cylindre et qui est soigneusement lutée après chaque chargement, peut recevoir un entonnoir au moyen duquel on verse l'acide sulfurique sur le nitrate, après avoir parfaitement fermé la porte G.

Cette manière d'opérer est préférable à celle que nous avons indiquée en premier lieu ; le dégagement de vapeurs acides, au moment du chargement, est à peine sensible, tandis qu'ailleurs il est très-abondant.

Un moyen également convenable a été imaginé à Risle, dans le but d'éviter le refoulement. Il est représenté à la planche III (fig. 11, 12 et 13). Par deux registres, dont l'un *g* vient se placer horizontalement sous le chariot qui se trouve en *l*, et dont l'autre *h* est vertical et peut se mouvoir au moyen d'une poulie *m* et d'un contrepoids *k*, on isole le chariot à nitrate, au moment de le charger, et on peut alors ouvrir l'espace qui le renferme sans que les vapeurs du four se dégagent. Ces vapeurs, pendant ce temps, passent par le canal qui est à côté et qui, habituellement, sert pour le chariot voisin.

Nous devons ajouter qu'à défaut de nitrate de soude, on a employé pendant quelque temps, dans l'une des fabriques que nous avons visitées, de l'acide nitrique que l'on introduisait d'heure en heure dans le chariot à nitrate.

VAPEUR D'EAU.

La vapeur d'eau nécessaire à la formation de l'acide sulfurique est produite par des générateurs qui servent uniquement ou en partie à cet usage ; elle est amenée dans les chambres par des tuyaux en plomb au nombre de six à huit et qui débouchent dans le ciel.

CONDENSATEURS, TUYAUX D'APPEL ET RÉGULATEURS.

A la suite des chambres se trouvent des appareils servant à régler le tirage,

à condenser l'acide sulfurique entraîné par le courant, et à Risle seulement, les vapeurs nitreuses ⁽¹⁾; ils varient dans les différents établissements, quelquefois aussi, ils sont différents dans une même fabrique. Nous indiquerons cinq dispositions que nous avons observées.

1° La planche V (fig. 20, 21 et 22), représente un de ces appareils. En sortant de la chambre de plomb par un tuyau A, d'un diamètre d'environ 0^m,24, qui porte un carreau ou lanterne E pour observer la couleur des gaz, ceux-ci arrivent dans une caisse en plomb B de 1^m,20 de hauteur sur un mètre de côté. De là, ils passent par un tuyau coudé de 0^m,20 de côté, dans lequel se trouve le diaphragme régulateur D, qui est muni d'une fermeture hydraulique F. L'ouverture de ce diaphragme peut être plus ou moins rétrécie, afin de régler la sortie des gaz, qui se rendent alors par un tuyau C et par un canal *m* à la cheminée de l'usine.

Un jet de vapeur arrive dans le tuyau coudé et accélère le tirage.

La caisse en plomb a été autrefois remplie de coke, dans le but de condenser plus complètement les vapeurs qui s'échappaient des chambres. Mais ce moyen n'a pas réussi et on l'a abandonné, parce que le tirage était contrarié. Aujourd'hui la caisse est complètement vide, l'acide qui s'y condense s'écoule dans un réservoir par une ouverture H.

2° A l'extrémité de la chambre se trouve un tuyau d'appel (planche V, fig. 23 à 26) de 0^m,25 de diamètre intérieur, communiquant par le tuyau C avec le canal *m* qui se rend à la cheminée de l'usine.

Ce tuyau d'appel porte la lanterne E, un registre à coulisse *f* et le diaphragme régulateur D, placé en G H et servant à régler le tirage. Ce diaphragme, ainsi qu'on le voit à la fig. 26, est percé de sept ouvertures. Celle qui est au centre a 0^m,075 de diamètre et reste toujours fermée par une plaque en plomb. Les six autres trous ont 0^m,045 de diamètre chacun, et peuvent s'ouvrir ou se fermer à volonté au moyen de bouchons en grès (fig. 25). C'est en enlevant un ou plusieurs de ces bouchons que l'on parvient à régler la sortie des gaz. Cette manœuvre s'exécute par le registre à coulisse *f*, placé au-dessus du diaphragme et que l'on a soin de luter avec de la terre glaise.

Quant aux vapeurs acides qui se condensent dans l'appareil, elles s'écoulent par un tuyau I.

3° A la sortie de la chambre en queue P (planche IV, fig. 18 et 19), les vapeurs acides arrivent par un tuyau coudé de 0^m,30 de diamètre environ, placé vers la moitié de la hauteur de la chambre, dans une caisse en plomb R, puis par un autre tuyau portant la lanterne S et le diaphragme régulateur, placé en A B, dans une autre caisse en plomb R'. Celle-ci est en communication avec le canal souterrain T qui aboutit à la cheminée.

(1) Les vapeurs que nous appelons *nitreuses* ou *rutilantes*, sont composées d'acide hyponitrique, d'après MM. Payen, Pelouze et Fremy et d'autres auteurs. On comprend que les vapeurs, qui s'échappent des chambres de plomb, aient une composition variable, suivant la quantité d'oxygène existant dans les appareils et qu'il puisse s'y rencontrer de l'acide nitreux ou d'autres composés azotés.

A la partie supérieure du tuyau coudé, un jet de vapeur est amené par un tuyau U. Les vapeurs condensées sont recueillies dans une bombonne X.

Le régulateur se compose d'un diaphragme représenté en coupe à la fig. 19; il est percé de sept trous *z* que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté, dans le but de régler le tirage de la manière indiquée plus haut.

4° Une cascade en plomb (planche V, fig. 27 à 30), ayant 2^m,90 de hauteur et 1^m,20 de côté, se trouve à l'extrémité de la chambre. Cet appareil, destiné à condenser les vapeurs nitreuses par l'acide sulfurique concentré, est, nous a-t-on dit, rempli de boules de verre.

En sortant de la chambre de plomb, les vapeurs arrivent par un tuyau A dans la cascade ou condenseur B, puis, au moyen d'un autre tuyau C, elles se rendent dans le canal *m*, et de là, à la cheminée de l'usine.

C'est à ce tuyau C que se trouvent adaptés la lanterne E et le diaphragme régulateur D. La disposition de ce dernier est indiquée aux fig. 29 et 30.

Quant à l'acide sulfurique employé pour la condensation, il est placé dans un petit réservoir, qui se trouve à la partie supérieure de la cascade.

5° L'appareil de condensation, représenté à la planche V (fig. 31 et 32), est placé à la suite de la chambre de plomb et se compose de deux rangées parallèles de bombonnes disposées en gradins. Les deux bombonnes supérieures communiquent avec une dernière bombonne, au sortir de laquelle les gaz se rendent par le tuyau C, en passant par une boîte rectangulaire D à fermeture hydraulique, dans un grand canal en maçonnerie *m*, et de là à la cheminée.

La boîte rectangulaire fait l'office de régulateur et le tirage est réglé au moyen de deux disques percés.

Le liquide condensé dans l'appareil se rend par le tuyau *n* dans le tambour qui précède la chambre de plomb voisine.

MARCHE DES CHAMBRES.

Nous avons observé que, dans les différentes fabriques de la province de Namur, les vapeurs sortant des chambres sont presque toujours blanches; elles ne deviennent rutilantes qu'à de rares intervalles et dans les courts instants qui suivent les chargements de nitrate de soude.

Les appareils refoulent constamment; ce fait, résultant de nos observations, est conforme aux renseignements que nous ont fournis tous les fabricants.

L'entrée de la vapeur d'eau est réglée uniquement d'après le degré de l'acide dans les chambres. La tension de cette vapeur varie dans les diverses fabriques: dans les unes, elle est maintenue, autant que possible, à une atmosphère et quart; dans un autre établissement, elle est, en moyenne, de deux atmosphères.

Nous avons vu précédemment comment se règle l'entrée de l'air nécessaire, non-seulement au grillage des pyrites, mais encore aux réactions qui se passent dans les chambres de plomb.

CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE A 60°.

La concentration à 60° de l'acide sulfurique se fait dans des chaudières en plomb *d* (pl. III, fig. 11 et 12), dont le nombre varie suivant l'importance de la fabrication. Comme exemple, voici les dimensions de l'une de ces chaudières : longueur, 2 mètres; largeur, 1^m,50 et hauteur, 0^m,55.

Ces chaudières sont chauffées le plus souvent par des foyers particuliers. Quelquefois, on utilise à cet effet la chaleur perdue des fours à pyrite. C'est cette dernière disposition qui a été adoptée pour l'appareil représenté à la planche III.

L'acide sulfurique sortant des chambres et marquant de 45° à 50°, est amené par un tuyau en plomb, dans une première chaudière d'où il passe successivement dans les autres au moyen de siphons. A la fin, il arrive dans un réservoir jaugé d'où un tuyau *f*, aussi en plomb, peut le conduire dans les fours à sulfate de soude.

Pendant la concentration à 60°, il se dégage des vapeurs aqueuses qui entraînent un peu d'acide sulfurique. L'opération se fait quelquefois en plein air, mais le plus souvent, c'est sous un hangar dont le toit, percé d'une ouverture plus ou moins large, repose sur des murs bâtis à claire-voie. Dans ce cas, les émanations sont généralement peu sensibles dans l'intérieur de l'établissement, même à peu de distance des appareils. En l'absence de cette précaution et si la concentration a lieu dans un local peu aéré, les inconvénients résultant des émanations des vapeurs acides se font remarquer, quoiqu'elles ne s'étendent qu'à une faible distance.

CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE A 66°.

Cette concentration n'était en activité dans aucune fabrique, à l'époque de notre visite; elle a lieu ordinairement pendant l'hiver.

L'opération se fait dans des ballons de verre, placés chacun dans un pot en fonte *f*, au fond duquel se trouvent soit du sable, soit des tourteaux en argile. La planche VI représente la disposition des appareils.

Dans certains établissements, quatre ballons sont chauffés par un seul foyer (fig. 35 à 37). Dans une autre fabrique, un foyer sert pour huit ballons (fig. 38 et 38^{bis}.)

Chaque ballon est mis en communication, au moyen d'un tuyau recourbé (fig. 35), avec l'une des petites tubulures *i*.

Les vapeurs qui se dégagent pendant l'opération, se rendent dans un tuyau plus large en plomb *e* recourbé à angle droit, pénètrent dans un grand canal recevant également les vapeurs des autres tuyaux, et arrivent à la cheminée des foyers *d* qui ne dépasse guère le toit. Un registre *b* sert à régler le tirage.

Lorsque l'opération est terminée, on siphonne l'acide sulfurique à 66° obtenu.

En faisant communiquer les ballons avec une cheminée, on a voulu empêcher les vapeurs de se répandre dans l'atelier. Comme ces émanations sont lancées dans l'atmosphère à une hauteur peu considérable, elles ne peuvent exercer une influence que dans un rayon très-limité.

Dans d'autres fabriques, on condense les vapeurs soit au moyen de bombonnes, soit par une colonne remplie de coke, dans laquelle de l'eau circule en sens inverse des vapeurs. Cette eau s'écoule ensuite au dehors. Le gaz qui n'est pas arrêté se dégage par une cheminée.

Enfin, dans un troisième établissement, les vapeurs acides arrivent dans un tuyau condenseur k' (fig. 36 à 38^{bis}), sur lequel un autre tuyau m amène un filet d'eau. Les vapeurs non condensées se rendent, soit par un tuyau k (fig. 36), dans un condenseur rempli de boules de verre, soit par le tuyau p (fig. 38 et 38^{bis}), dans un canal qui aboutit à une cheminée.

CHAPITRE III.

APPRÉCIATION DU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

On vient de voir que, dans la fabrication de l'acide sulfurique, telle qu'elle se fait dans les fabriques de la province de Namur, il se produit un dégagement presque continu de gaz sulfureux par le tuyau qui termine l'appareil et qui conduit à la cheminée les gaz sortant des chambres; qu'il s'en perd par intermittence lorsqu'on charge et décharge les fours à griller la pyrite et quand on introduit les chariots à nitrate dans les cages des fours.

Afin d'apprécier l'importance de ces pertes, nous avons cherché à connaître les quantités de soufre brûlé et d'acide sulfurique fabriqué dans chaque établissement. Le rendement obtenu étant comparé à celui que la science indique, et dont on approche dans les fabriques bien organisées où l'on opère directement sur le soufre, la différence exprime nécessairement la proportion de l'acide sulfurique perdu, et ainsi, la quantité d'acide sulfureux qui s'est échappée ou qui ne s'est point transformée en acide sulfurique.

Par la concentration à 60°, il se perd une certaine quantité d'acide sulfurique; mais comme cette perte est relativement faible et que nous n'avons pas eu le temps de l'apprécier, nous n'en tiendrons pas compte dans nos calculs.

Pour arriver à l'évaluation du soufre brûlé, nous avons recherché par de nombreuses analyses, la proportion de soufre contenue dans cent parties du minerai chargé et dans cent parties du produit retiré du four, et, par des expériences répétées pendant plusieurs jours, nous avons apprécié la quantité de résidu que laissent, après le grillage, cent parties de minerai cru; la différence entre la quantité de soufre contenu dans le minerai cru et celle qui est restée dans le minerai grillé, donne évidemment la proportion de soufre consumé; nous ne pouvons, en effet, supposer que du soufre ait pu se sublimer, les gaz sortant des chambres étant, comme le constatent nos analyses, très-riches en oxygène.

Nous allons donner, pour chaque établissement, nos calculs et les analyses sur lesquelles ils se basent: il va sans dire, que ces calculs ne sont qu'approximatifs, eu égard aux variations auxquelles sont sujets les travaux des fabriques.

FABRIQUE DE RISLE.

Le résultat moyen de différentes analyses de la grosse et de la fine pyrite employées dans cet établissement, a donné la composition suivante :

	Grosse pyrite.	Fine pyrite
Pyrite.	88.74	74.12
Galène	1.79	1.40
Gangue	9.47	24.48
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

Ce qui correspond à 47.56 de soufre, pour la grosse pyrite et à 39.71, pour la fine.

Différentes analyses de ces pyrites grillées ont constaté qu'elles contiennent en moyenne, savoir :

La grosse pyrite grillée 6.65 de soufre, et la fine 14.95.

Enfin, il résulte des observations que nous avons faites sur le travail des fours à grille et sur celui des fours à dalles, que la grosse pyrite donne en moyenne 70.76 de résidu grillé, et la fine 62.71 pour 100 de minerai cru.

Partant de ces données, le calcul indique que, par le grillage de 100 kilogrammes de minerai pyriteux, on a brûlé :

42.86 de soufre de la grosse pyrite,
30.54 — de la fine —

Du 1^{er} janvier au 31 octobre 1855, on a traité à la fabrique de Risle :

	924,500	kilogrammes de pyrite en roche,
	819,000	— de pyrite pulvérulente.
En tout . . .	<u>1,743,500</u>	— de minerai pyriteux.

Donc, on a brûlé :

	396,259	kilogrammes de soufre de la grosse pyrite.
	248,500	— de la fine.

Total. 644,759

La quantité d'acide sulfurique à 60° recueillie ayant été de 1,894,185 kilogrammes, il s'ensuit que la quantité d'acide fournie par 100 de soufre est de 293.78.

La théorie indique que le rendement doit être de 306.25 d'acide à 66°, ou de 392.62 d'acide à 60°.

M. Rigaud, directeur de la fabrique de Porquerolles, a exactement obtenu, d'après une moyenne calculée sur un grand nombre d'années, le rendement indiqué par la théorie (1). Dans d'autres fabriques, où l'on brûle aussi directement le soufre, les résultats, quoique moins favorables, montrent pourtant que l'on obtient jusqu'à 384.61 d'acide à 60° p. % de soufre brûlé.

(1) BAUDRIMONT, *Traité de chimie*, t. 1^{er}, p. 587.

En comparant ces résultats à celui que l'on obtient à l'usine de Risle, on trouve que, pendant les dix premiers mois de cette année, on a perdu par 100 de soufre brûlé 98.84 d'acide à 60°, soit 23 p. %, d'après le rendement théorique; ou 90.83, soit 23 p. %, d'après le rendement des meilleures fabriques.

Ce qui donne pour les dix premiers mois de cette année une perte :

De 637,269 kilogrammes d'après le rendement théorique,
Ou 585,624 — d'après le rendement des bonnes fabriques.

Cette perte doit être principalement attribuée, ainsi qu'on l'a déjà dit, à ce qu'une partie de l'acide sulfureux ne s'est pas transformée en acide sulfurique.

Or, ces quantités correspondent, savoir :

637,269 kilog. d'acide à 60° à 111,060 mètres cubes de gaz sulfureux, à la température de 0° et sous la pression de 76 centimètres;
585,624 kilog. d'acide à 60° à 102,867 mètres cubes de gaz sulfureux, à la même température et sous la même pression.

En répartissant cette dernière quantité entre les trois cent quatre jours compris dans les dix premiers mois, on a pour chaque jour 338 mètres cubes, ou 3^{lit.}.9 par seconde.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

Outre la pyrite en roche et la pyrite fine, on emploie dans cet établissement des briquettes composées d'un mélange

de pyrite.	83
d'argile	16
de paille	1
	<hr/>
	100

Ces briquettes sont brûlées dans le four à grille avec la grosse pyrite.

L'analyse a donné la composition moyenne de ces trois substances ainsi qu'il suit :

	Pyrite en roche.	Briquettes.	Pyrite fine.
Pyrite	79.37	67.51	74.74
Matières étrangères et gangue	20.63	32.49	25.26
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100.00	100.00	100.00
Soufre contenu dans la pyrite	42.33	36.00	39.86

Le résidu provenant du four à grille, c'est-à-dire de la pyrite en roche mêlée de briquettes, contient, dans 100 parties, 11.12 de soufre et celui provenant du four à dalles 5.22.

Enfin, 100 kilogrammes d'un même mélange de pyrite en roche et de briquettes, laissent un résidu d'un poids moyen de 73^{k.}.2, et 100 kilogrammes de fine pyrite un résidu de 75^{k.}.18.

D'après ces données, le soufre brûlé par 100 kilogrammes de charge est

au four à grille, de . . . 32^{kil.}.09,
 au four à dalles, de . . . 35^{lit.}.94.

Pendant les dix premiers mois de 1855, on a brûlé à cet établissement :

Dans le four à grille 649,500 kilogrammes de pyrite en roche et briquettes.

Dans le four à dalles 376,600 — de fine pyrite.

Total . . . 1,026,100 kilogrammes,

correspondant à 343,774 kilogrammes de soufre brûlé.

On a obtenu 989,930 kilogrammes d'acide sulfurique à 60°, soit 287.96 d'acide p. % de soufre brûlé.

En comparant ce résultat au rendement théorique et à celui que l'on obtient dans les fabriques où l'on brûle directement le soufre, on le trouve inférieur :

Au premier de 104.66 soit 26.65 p. %
 Au second de 96.65 — 23.12 p. %.

Ce qui, pour les dix premiers mois de 1855, donne une perte de 359,775 kilogrammes d'acide à 60° d'après le premier terme de comparaison, et de 332,239 kilogrammes d'après le second.

Le calcul indique que :

359,775 kilog. d'acide à 60° correspondent à 63,195 mètres cubes de gaz sulfureux,
 332,239 — — — 58,359 — — —

Cette dernière perte répartie entre trois cent quatre jours donne 191 mètres cubes par jour, ou 2^{lit.}.2 par seconde.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

La composition moyenne des pyrites que nous avons recueillies dans cette usine est de :

	Grosse pyrite.	Fine pyrite.
Pyrite.	77.64	51.05
Galène	1.30	} 48.95
Blende	0.08	
Gangue	21.01	
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
Soufre contenu dans 100 de minerai . .	41.59	27.22

100 de ces pyrites grillées contiennent, savoir :

La grosse. 3.44 de soufre.
 La fine 16.36 —

Enfin 100 kilogrammes de grosse pyrite donnent, en moyenne, 79 kilogrammes de résidu brûlé.

Quant à la quantité de résidu que laisse la fine pyrite, nous n'avons pu la déterminer, le four à dalles ne fonctionnant pas depuis plus de cinq mois. Mais, en ayant égard à la composition de ce minerai qui provient du cassage de la grosse pyrite, on peut admettre, sans trop s'écarter de la vérité, que le résidu grillé est de 90 p. %.

En se basant sur ces données, on calcule que le soufre brûlé est :

Par 100 kilogrammes de grosse pyrite,	de 38 ^k .88
Par 100 — de fine —	de 12 ^k .50

Outre ces pyrites, on a traité dans cet établissement, pendant l'exercice 1854-1855, du soufre brut, la pyrite étant venue à manquer; mais comme, à notre arrivée, on avait cessé d'en brûler, nous supposons qu'il contenait, ainsi qu'on nous l'a dit, 10 p. % de matières étrangères.

Du 1^{er} août 1854 au 1^{er} août 1855, on a traité :

1,210,944 kilog. de grosse pyrite dont on a brûlé 470,815 kilog. de soufre.

281,200 — de fine pyrite	—	35,150 —	—
125,100 — de soufre brut	—	112,590 —	—

En tout 618,555

On a obtenu 1,946,959 kilogrammes d'acide à 60°, d'où il suit que 100 de soufre brûlé ont donné 314.75 d'acide, et qu'il y a une perte de 77.87, soit 19.85 p. %, d'après le rendement théorique, et de 69.86, soit 18.16 p. %, d'après le rendement des fabriques où l'on traite directement le soufre.

Donc, pour l'exercice 1854-1855, une perte de 481,611 kilogrammes d'après le premier rendement et de 452,065 kilogrammes d'après le second.

Ces quantités d'acide perdu équivalent :

La première à 84,596 mètres cubes de gaz sulfureux;
La seconde à 75,894 — — —

Cette dernière perte donne en moyenne 207 mètres cubes par jour, ou 2^{lit.}.59 par seconde.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

La composition moyenne des pyrites employées dans cette usine a été trouvée comme il suit :

	Grosse pyrite.	Fine pyrite.
Pyrite	80.76	69.26
Gangue avec parcelles de galène et de blende. .	19.24	30.74
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
Soufre contenu dans la pyrite pure.	43.07	56.94

Ces pyrites grillées contiennent dans cent parties, savoir :

La grosse	7.18 de soufre.
La fine	17.66 de —

Enfin, 100 de grosse pyrite donnent en moyenne 79.61 de résidu grillé, et 100 de fine 76.46.

En prenant ces données pour base, on trouve par le calcul que le soufre brûlé :

Par 100 de grosse pyrite, est de 37.36

Par 100 de fine pyrite, — 23.44

et comme du 1^{er} janvier au 30 octobre 1855, on a traité :

372,400 kilog. de pyrite en roche, dont on a brûlé	159,128 kilog. de soufre.	
909,550 — de pyrite fine,	—	213,198 — —
1.281,950		352,326

Et qu'on a obtenu 1,019,841 kilogrammes d'acide à 60°, il s'ensuit que la quantité d'acide fournie par 100 de soufre brûlé est de 289.45 et qu'il y a une perte de :

103.17, soit 26.28 p. % d'après le rendement théorique,

95 16, soit 24.74 p. %, d'après le rendement des fabriques où l'on brûle directement le soufre.

Done, pour les dix premiers mois de l'année 1855, une perte de 565,461 kilogrammes d'acide à 60°, d'après le premier rendement, ou 555,240 kilogrammes d'après le second.

Ces quantités d'acide perdu correspondent :

La première à 63,843 mètres cubes de gaz sulfureux.

La seconde à 58,886 — — —

Cette dernière perte donne en moyenne 193 mètres cubes par jour ou 2^{h.}23 par seconde.

Acide sulfureux perdu par la cheminée. — Pour apprécier la quantité de gaz sulfureux qui s'échappe, dans les différentes usines, par le tuyau d'appel des chambres et se répand dans l'atmosphère par la cheminée, nous nous sommes livrés à une série d'expériences en vue de connaître la composition des gaz sortant des chambres et la quantité écoulée.

Quant à la composition des gaz, nous devons faire observer que, forcés de nous borner à des analyses qualitatives, nous n'avons pu la déterminer sur les lieux, et que nous avons dû opérer sur des échantillons transportés au laboratoire. Nous avons alors remarqué que, bien que les essais eussent constaté au moment de la prise des gaz, la présence de composés nitreux, il ne s'en révélait plus de quantité appréciable que par l'odorat. Les réactifs n'y ont point non plus décelé l'existence du protoxyde d'azote, mais on y a trouvé une certaine quantité d'acide sulfurique dont une partie s'était formée sans doute dans les flacons, par la réaction des gaz en présence, et dont l'autre partie provenait de ce qui est mécaniquement entraîné par le courant rapide qui a lieu à la sortie des chambres.

Les calculs qui vont suivre, se basant sur la composition du mélange gazeux, après la réaction dont il vient d'être parlé, ne s'appliquent évidemment qu'à l'évaluation de la quantité de gaz sulfureux qui s'échappe par la cheminée.

FABRIQUE DE RISLE.

Voici, en ce qui concerne la composition des gaz, le résultat moyen de cinq analyses faites à des jours différents :

Acide sulfureux.	1.22
Oxygène.	15.74
Azote	83.04
	100.00

La densité de ce mélange supposé sec est de 0.999 à 0°, ou de 0.9212 à 25° c., température moyenne observée.

Quant à la quantité écoulee, elle résulte de la section de l'ouverture du diaphragme qui en règle la sortie et de la vitesse d'écoulement.

L'ouverture du diaphragme ayant un diamètre moyen de 0^m.0985, sa surface sera de 0^m².007614.

Quant à la vitesse V par seconde, nous la déduisons de la hauteur motrice observée au manomètre à eau, et de la formule théorique.

$$V = \sqrt{2gH}.$$

H s'obtient en divisant la hauteur manométrique en eau qui est de 0^m.04 par la densité des gaz à la température existante et multipliant le quotient par $\frac{1000}{1.3}$

$$\frac{0.04}{0.9212} \times \frac{1000}{1.3} = 8^m.548.$$

Nous aurons donc.

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 8,548} = \sqrt{163,78776} = 12^m.78.$$

et, par suite, le volume théorique écoulé en une seconde.

$$Q = 12.78 \times 0,007614 = 0^m³.097306.$$

Pour avoir la dépense effective il faut, suivant Arthur Morin (1), multiplier la dépense théorique par 0.84 lorsque l'orifice est terminé par un ajutage cylindrique.

Nous admettons cette correction, bien que la section du tuyau auquel nous attribuons le rôle d'ajutage présente une section plus grande que celle du diaphragme.

D'après ce qui précède, la dépense effective en une seconde sera de

$$97^{lit}.306 \times 0.84 = 81^{lit}.73.$$

(1) Aide-Mémoire de mécanique pratique, p. 128.

Cette dépense comprenant $\frac{1.22 \times 81.75}{100} = 0^{\text{m}}.99$ de gaz sulfureux, la quantité de ce gaz écoulée par jour sera de

$$0.99 \times 86,400 = 85,536 \text{ litres.}$$

Les Chambres ayant fonctionné pendant les dix premiers mois de cette année, savoir :

N° 1	248	jours.
N° 2	296	—
N° 3	499	—
En tout.	<u>743</u>	jours.

La quantité d'acide sulfureux écoulée pendant les dix premiers mois s'élève à

$$85,536^{\text{lit.}} \times 743 = 63,553 \text{ mètres cubes,}$$

à la température de 23 degrés centigrades

$$\text{ou } \frac{63553}{1 + 0,00367 \times 23} = 58,606 \text{ mètres cubes à la température de } 0^{\circ}.$$

On a vu précédemment que la perte totale en acide sulfureux calculée d'après le rendement théorique en acide sulfurique était de . . . 111,060 mètres cubes.

La perte par la cheminée était de 58,606 —

Il resterait 52,454 —

pour représenter l'acide sulfureux qui se perd par les portes des fours, des cages, etc. ; et celui qui entre dans la composition de l'acide sulfurique entraîné mécaniquement par le courant, ou formé par réaction dans les canaux, ou enfin perdu par la concentration à 60°.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

Composition moyenne du gaz (7 analyses):

Acide sulfureux	0.38
Oxygène	15.45
Azote	<u>84.17</u>
	100.00

0.9968 densité moyenne du gaz à 0° et supposé sec.

0.919 — — 23°, température moyenne observée.

0^m.0066 hauteur manométrique en eau.

5^m.52 hauteur en gaz.

0^m².0163 section moyenne de l'ouverture du diaphragme.

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 5.52} = \sqrt{108.30} = 10^{\text{m}}.39.$$

$$Q = 10.39 \times 0.0163 = 0^{\text{m}^3}.169557.$$

Dépense effective en une seconde = $169^{\text{lit.}}$,537 \times 0.84 = $142^{\text{lit.}}$.25.

Acide sulfureux écoulé en une seconde = $\frac{0.38 \times 142.25}{100} = 0^{\text{lit.}}$.54.

— — en 24 heures = $0.54 \times 86,400 = 46,656$ litres.

Les chambres ayant fonctionné en dix mois, savoir :

N° 1 . . .	119	jours.
2 . . .	247	—
3 . . .	176	—

En tout . . . 542 jours.

La quantité de gaz sulfureux écoulé pendant ce temps est de :

$46,656^{\text{lit.}} \times 542 = 25,287$ mètres cubes à la température de 23° c., ou
 $\frac{25,287}{1 + 0.00367 \times 23} = 23,319$ — — — — — à 0° .

La perte totale en acide sulfureux calculée d'après le rendement théorique en acide sulfurique, étant de 63,193 mètres cubes,
 la perte par la cheminée de 23,319 —

il reste pour celle qui a lieu par les portes des fours, des cages, etc. 39,876 mètres cubes.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

Composition moyenne du gaz :

Acide sulfureux	1.265
Oxygène	13.695
Azote	85.040
	100.000

1.0058 densité du gaz à 0° et supposé sec.

0.9370 — — — — — à 20° c., température moyenne observée.

0^m.012 hauteur manométrique en eau.

9^m.851 — — — — — en gaz.

0^m².004878 section de l'ouverture du diaphragme.

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 9.851} = \sqrt{195.27} = 13^{\text{m}}$$
,892.

$$Q = 13,892 \times 0.004878 = 0^{\text{m}^3}$$
.067765.

Dépense effective en une seconde = $67^{\text{lit.}}$.765 \times 0.84 = $56^{\text{lit.}}$.922.

Acide sulfureux écoulé en une seconde = $\frac{1.265 \times 56.922}{100} = 0^{\text{lit.}}$.72.

— — — — — en 24 heures = $0.72 \times 86,400 = 62,208$ litres à 20° c.

Pendant l'exercice 1854-1855, la chambre

N° 1 a fonctionné pendant	341	jours.
2 — — — — —	345	—

En tout . . . 686 jours.

Donc, perte pendant cette année de $62,208^{\text{m}} \times 686 = 42,674$ mètres cubes à la température de 20° c., ou de $39,755$ mètres cubes ramenés à 0° .

La perte totale d'acide sulfureux, calculée d'après le rendement théorique en acide sulfurique, étant de $84,596$ mètres cubes, et celle par la cheminée de $39,755$ —
la perte par les portes des fours, des cages, etc., s'élève à $44,841$ mètres cubes.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

La commission n'a pu se livrer, dans cet établissement, à des expériences analogues à celles dont nous venons de parler, la fabrication de l'acide sulfurique ayant cessé à défaut de nitrate de soude, et le temps nous ayant manqué pour retourner sur les lieux, pressés que nous étions de terminer notre rapport. Au surplus, l'acide sulfurique étant fabriqué à Auvélais avec les mêmes appareils que dans les autres usines, on pourrait calculer d'une manière approximative la quantité d'acide sulfureux qui s'y est échappée par la cheminée, en prenant pour base la proportion moyenne que les autres établissements ont perdue pour la même quantité d'acide fabriqué.

Or, on voit dans le tableau ci-contre, qu'en représentant par 100 la perte totale de l'acide sulfureux, la perte partielle qui s'est faite par la cheminée est :

Pour Risle	52.76
Floreffe	36.90
Moustier	46.98
Moyenne.	45.54

et, conséquemment, la quantité d'acide sulfureux perdue par la cheminée serait, pour Auvélais, $\frac{45.54 \times 63,843}{100} = 29,074$ mètres cubes.

Pour que l'on puisse apprécier d'un coup d'œil et comparer entre eux les résultats de nos différents calculs pour les quatre établissements, nous les avons résumés dans le tableau ci-après, dressé pour les dix premiers mois de cette année :

FABRIQUES.	ACIDE SULFURIQUE à 60° obtenu.	ACIDE SULFURIQUE à 60° PERDU.		ACIDE SULFUREUX.		
		Calculé d'après le rendement théorique.	pour 100 d'acide recueilli	Correspondant à l'acide à 60° perdu.	Perdu par la cheminée.	Perdu par la cheminée, la perte totale étant 100.
	Kilog.	Kilog.		Mètres cubes.	Mètres cubes.	
Risle	1,894,183	637,269	33.64	111,060	53,606	52.76
Floreffe	989,950	359,775	36.33	63,195	23,319	36.90
Moustier	1,022,465	401,342	24.73	70,496	33,129	46.98
Auvélais	1,019,841	363,461	35.63	63,843	29,074	45.54

En ce qui concerne la fabrique de Moustier, nous rappelons que, pendant cette année, on y a brûlé 123,000 kilogrammes de soufre dans un four spécial et mieux approprié à la fabrication : c'est ce qui explique la supériorité de son rendement sur celui des autres fabriques.

Première cause de perte. — Plusieurs causes occasionnent les pertes d'acide sulfureux que nous venons d'apprécier, mais les principales sont sans contredit la mauvaise disposition et la marche vicieuse des appareils à brûler la pyrite, qui, comme nous allons le démontrer, laissent passer dans les chambres un excès d'air très-préjudiciable.

L'expérience a prouvé que, pour que la fabrication se fasse dans de bonnes conditions, il faut que l'acide sulfureux, l'air, l'acide nitrique et la vapeur aqueuse se rencontrent en rapports déterminés dans des chambres d'une capacité suffisante.

Il faut 1 kil. d'oxygène pour transformer 1 kil. de soufre en acide sulfureux, $\frac{1}{2}$ kil. d'oxygène pour convertir cet acide sulfureux en acide sulfurique; mais comme le bioxyde d'azote, sous l'influence d'un excès d'acide sulfureux et d'eau, peut passer à l'état de protoxyde d'azote lequel, ne prenant plus part aux réactions est perdu pour la fabrication ⁽¹⁾, on évite cette cause de perte en entretenant dans les chambres un excès d'oxygène qui, d'après l'expérience, doit être de 0^k.6 par kilogramme de soufre, non compris celui que fournit l'acide nitrique ⁽²⁾.

En conséquence, le poids total d'oxygène qui doit entrer dans les fours pour chaque kilogramme de soufre à brûler est de

$$1^k + 0.5 + 0.6 = 2^k.1.$$

L'air renfermant 23 p. % en poids d'oxygène, les 2^k.1 seront contenus dans 9^k.13 ou 7060 litres d'air sec à la température 0° et sous la pression de 0^m.76.

Cette quantité d'air se répartit ainsi qu'il suit :

3562	litres pour transformer le soufre en acide sulfureux ;
1681	— — — — l'acide sulfureux en acide sulfurique;
2017	— — empêcher la formation du protoxyde d'azote.

Total 7060 litres.

Après la condensation de l'acide sulfurique, les gaz restants contiendront :

Oxygène.	419.5	} air	2017 litres.
Azote.	1597.5		
Azote de l'air utilisé.	3994		
Total	6011		litres.

Donc, il ne restera dans les gaz sortant des chambres, sur cent parties en volume, que 6.97 d'oxygène ⁽³⁾.

(1) PAYEN, *Précis de chimie industrielle*, 3^e édit., 1855, p. 127.

(2) *Ibid.*, p. 135.

(3) D'après Payen, l'air à la sortie ne devrait retenir que 0.05 d'oxygène, p. 135.

Les fours où l'on grille la pyrite exigent une quantité d'air supérieure à celle qui doit passer par les fours où l'on brûle directement le soufre; le fer de la pyrite absorbant l'oxygène pour se transformer en peroxyde.

En tenant compte de cette différence, et en adoptant les bases qui précèdent, on trouve que la quantité d'air nécessaire pour 1^k.875 de pyrite pure, contenant 1 kilogramme de soufre, est de 8520 litres, savoir :

5562	litres pour transformer le soufre en acide sulfureux ;
1684	— — — — l'acide sulfureux en acide sulfurique ;
1260	— — peroxyder le fer de la pyrite ;
2017	— — empêcher la formation du protoxyde d'azote.

Lorsque l'acide sulfurique est condensé les gaz restants sont composés de :

Oxygène.	419.5	} air.	2017 litres.
Azote.	1597.6		
Azote de l'air utilisé à la production de l'acide .	3994	—	
Azote de l'air qui a oxydé le fer de la pyrite .	998	—	
			7009 litres.

Les gaz à leur sortie retiendraient donc sur 100 volumes 5.98 d'oxygène. Or, nous avons trouvé, d'après une moyenne de 15 analyses de gaz sortant des chambres des fabriques de la province de Namur, que 100 parties en volume contiennent 15.50 d'oxygène. Le *maximum* était 17.42 et le *minimum* 11.68. Donc l'excès d'air qu'on a laissé passer dans les chambres est deux fois et demi plus grand qu'il n'était nécessaire, en supposant, bien entendu, qu'on eût traité de la pyrite pure.

Il est admis dans la pratique qu'on est dans de bonnes conditions de condensation en brûlant en vingt-quatre heures, de 50 à 60 kilogrammes de soufre par 100 mètres cubes de la capacité totale des chambres. Dans les fabriques de la province de Namur, la proportion de soufre brûlé pour cette capacité n'est, au *maximum*, que de 55 kilogrammes. Leurs chambres auraient donc une capacité suffisante si l'on n'y laissait pas pénétrer l'excès d'air que nous venons de déterminer. Mais cet excès arrivant dans les chambres, les gaz n'y trouvent plus assez d'espace pour s'y loger pendant le temps nécessaire aux réactions et à la condensation, et une forte quantité est refoulée dans la cheminée (1).

(1) Depuis que nous avons déposé notre rapport, nous avons reçu des renseignements qui confirment les observations ci-dessus.

Des deux appareils de l'usine de Moustier, un seul était en activité lors de nos visites. Sur nos conseils, le directeur, avant de laisser arriver les produits gazeux à la cheminée, les a fait passer par les deux chambres de l'appareil qui chômait; il a obtenu, par cette modification, une augmentation de 18 à 20 p. % dans le rendement.

On a produit à Floresse la même augmentation, en réunissant aux chambres n° 2 et 3 l'appareil n° 1, qui fait ainsi fonction de chambre en queue.

Enfin, à Auvelais, on a réduit, pendant le mois de décembre dernier, la charge de grosse pyrite de 2800 à 2000 kilogrammes par vingt-quatre heures, et le rendement qui était de 90 p. %, s'est élevé à 120 p. %.

Il est facile de s'expliquer la présence de cet excès d'air dans les chambres.

Dans les fours à dalles la combustion de la pyrite se fait dans des conditions très-défavorables.

Étendue en une couche de 0^m.07 à 0^m.08 d'épaisseur sur une surface de dalles qui varie de 22 à 37 mètres carrés, la pyrite ne brûle qu'à la partie supérieure et l'on est obligé, pour faciliter la combustion, de la remuer avec un rateau pendant dix minutes de demi-heure en demi-heure.

Pendant ce travail, les portes du four restant ouvertes, l'air y pénètre librement et il en arrive une quantité très-forte dans les chambres sans avoir pris part à la combustion.

Dans les fours à grille, l'air, il est vrai, est forcé de traverser une couche de pyrite fragmentaire de 0^m.30 à 0^m.30, mais la grille présentant une surface qui varie dans les divers établissements de 12 à 19 mètres environ, il ne peut se distribuer également dans toutes les parties du four et y établir une combustion régulière.

Lorsque, après avoir laissé tomber la charge dans le four, l'ouvrier étend le minerai de manière à en former une couche d'épaisseur égale, les portes restent ouvertes et le tirage se faisant par celles-ci, l'air arrive très-incomplètement brûlé dans les chambres. En agitant son tisonnier entre les barres de la grille pour en faire tomber la pyrite brûlée, l'ouvrier occasionne dans une couche de minerai aussi mince des vides par lesquels l'air passe avec facilité et échappe ainsi à la combustion.

L'introduction de l'air dans ces fours n'est, en général, réglée que par le diaphragme destiné à modérer la sortie du gaz des chambres; mais ce moyen est si imparfait que lorsque la combustion devient trop active dans certaines parties du four, on est forcé, pour la ralentir, de fermer la cave pour supprimer complètement le passage de l'air au travers de la grille, et d'ouvrir la porte qui se trouve en face de la partie du minerai trop échauffée, afin que l'air vienne le refroidir.

L'influence fâcheuse que les fours à dalles des fabriques de la basse Sambre exercent sur les résultats de la fabrication, est mise en évidence par la comparaison du rendement obtenu dans les chambres alimentées par ces fours avec celui des appareils où l'on traite la pyrite en roche.

Le tableau suivant donne, pour l'usine de Risle, les quantités de pyrite brûlées dans un four à grille et dans un four à dalles, et les rendements respectifs de ces quantités.

MOIS.	GROSSE PYRITE.		RENDEMENT par 100 kil. de GROSSE PYRITE	FINE PYRITE.		RENDEMENT par 100 kil. de FINE PYRITE.
	QUANTITÉS employés.	QUANTITÉS d'acide à 60° obtenues.		QUANTITÉS employés.	QUANTITÉS d'acide à 60° obtenues	
1855.	Kilog	Kilog		Kilog	Kilog.	
Juillet	132,000	171,709	130	68,200	54,409	79.7
Août	105,600	148,226	140	68,200	55,000	80.6
Septembre . .	55,000	71,000	129	66,000	54,000	81.8
Octobre. . . .	63,600	82,728	130	68,200	58,872	86.3
	356,200	473,663	133	270,600	222,281	82.1

On trouve par le calcul, en prenant pour base les analyses de ces pyrites crues et grillées que

356,200 kilog. de pyrite en roche correspondent à 152,674 kilog. de soufre utilisé,
270,600 kilog. de fine pyrite — à 82,103 kilog. —

D'après la théorie, ces quantités auraient dû rendre en acide sulfurique à 60°, savoir :

La grosse pyrite 599,428 kilogrammes.

La fine — 322,360 —

En comparant ce rendement théorique avec celui de Risle, on trouve une perte de 125,765 kilogrammes pour la pyrite brûlée au four à grille et de 100,079 — pour la pyrite brûlée au four à dalles.

De sorte que pour 100 kilogrammes de soufre brûlé on a perdu :

Dans le premier four 82^{kil.} 37 d'acide à 60°.

Dans le second 121^{kil.} 89 —

Or, on ne peut attribuer l'excès de perte que nous observons dans le rendement de la pyrite traitée au four à dalles qu'à une influence fâcheuse exercée par le four sur la marche des chambres, puisque toutes les autres circonstances sont à peu près les mêmes que dans les chambres alimentées par le four à grille. En effet, l'appareil n° 1 qui reçoit l'acide sulfureux de ce dernier four, ayant une capacité de 1,698 mètres cubes, et le four brûlant ordinairement 921 kilogrammes de soufre en 24 heures, on a, pour chaque kilogramme de soufre brûlé, une capacité de 1^{m³}.844, ou par mètre cube de capacité 0^{kil.}.544 de soufre.

L'appareil n° 2, qui est alimenté par le four à dalles, ayant une capacité de 1,301 mètres cubes et le four brûlant par jour environ 728 kilogrammes de soufre, on trouve, par kilogramme de soufre brûlé, une capacité de 1^{m³}.780, ou, par mètre cube de capacité 0^{kil.}.559 de soufre.

La grande différence que nous venons de constater entre les rendements des

appareils n° 1 et 2, différence qui est de 39^{kil.}.52 d'acide à 60° par 100 kilogrammes de soufre brûlé, prouve d'une manière incontestable que le four à dalles est de beaucoup inférieur au four à grille, bien que celui-ci soit lui-même d'une construction vicieuse.

On ferait disparaître les inconvénients que nous venons de signaler :

1° En employant des fours plus petits qui, accolés les uns aux autres, communiqueraient avec une cheminée unique, et qu'on chargerait successivement et méthodiquement de manière à obtenir dans la cheminée un tirage moyen qui serait d'autant plus régulier que les fours seraient plus nombreux.

Chaque four ayant son pot à nitrate, il en résulterait dans le dégagement des vapeurs d'acide nitrique une régularité que l'on n'atteint pas par le moyen actuellement employé dans les fabriques de la basse Sambre.

2° En augmentant l'épaisseur de la couche de minerai, afin de multiplier les points de contact et de ne laisser échapper que la quantité d'air nécessaire à la combustion et à la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique.

Les dimensions à donner au four et l'épaisseur que doit avoir la couche de pyrite ne peuvent se déterminer par des considérations théoriques ; la qualité du minerai étant d'ailleurs variable, l'expérience seule peut guider à cet égard. Toutefois, les dimensions d'un four étant adoptées, il devient facile de trouver par l'analyse des gaz sortant des chambres, l'épaisseur qu'il convient de donner à la couche de minerai, pour qu'il n'arrive que la quantité d'air voulue dans ces chambres.

En Angleterre, les fours que l'on emploie ont une hauteur totale de 2 mètres environ, et leur vide intérieur a 0^m 80 de large sur 0^m 80 à 1 mètre de profondeur. La couche de pyrite a 0^m.80 d'épaisseur, et la grille se trouve à 0^m.20 au-dessus du sol. La face antérieure du four présente trois ouvertures ; la première qui sert à l'admission de l'air sous la grille, est munie d'une porte à registre pour en régler le passage ; la seconde est destinée à l'introduction du minerai ; enfin la troisième, qui se trouve à la partie supérieure du four, permet de placer les pots à nitrate, sur des traverses en fer au-dessus de la flamme du soufre.

Il y a quelques années, M. Schneider a construit à Chessy, un système de fours analogues ayant 1^m.50 de longueur intérieure, 0^m 80 de large, 1 mètre de haut et disposés symétriquement autour d'une cheminée unique. (*Voir le Bulletin de la Société d'encouragement, ou PAYEN, Précis de chimie industrielle p. 148.*)

Quant aux fours à dalles, qui ne nous paraissent pas susceptibles d'amélioration, on doit les abandonner d'autant plus que les fours à grille peuvent servir à brûler la fine pyrite, après qu'on en a fait des briquettes en la mêlant sous des meules avec de l'eau et un quart de leur poids d'argile, ainsi que cela se fait en Angleterre. Ces briquettes sont séchées d'abord à l'air, ensuite sur la voûte d'un des fours de l'usine et n'occasionnent d'autres frais que ceux de la main-d'œuvre qui sont compensés par la suppression du combustible si dispendieux dans l'emploi des fours à dalles (1).

(1) A Floreffe, un four à dalles dans lequel on grille 2400 kilogrammes de pyrite en vingt-

2^e Cause de perte. — Dans les fabriques où l'on opère par la combustion directe du soufre, la quantité d'acide nitrique a 36° que l'on injecte dans les chambres est de 8 à 10 p. % du poids du soufre brûlé (1). Dans les usines de la province de Namur, la proportion de nitrate de soude employé, correspond à peu près à une quantité équivalente d'acide nitrique (2); mais le dégagement de l'acide nitrique s'y fait d'une manière très-inégale, et, partant, nuisible à la marche régulière des appareils.

On a vu, en effet, que pour produire l'acide nitrique nécessaire aux réactions qui donnent naissance à l'acide sulfurique, on introduit un mélange de salpêtre sodique et d'acide sulfurique dans deux chariots en fonte que l'on charge alternativement de quatre en quatre heures. Or, on conçoit aisément que, pendant un intervalle aussi long, il doit se présenter de très-grandes variations dans les quantités de vapeurs émises à chaque moment de l'opération, et que le dégagement doit surtout varier avec la température des fours à pyrite.

Le mode suivi dans les fabriques françaises nous paraît préférable, parce qu'il est indépendant de l'allure des fours à combustion, et qu'en faisant arriver dans les appareils un écoulement d'acide nitrique, qu'on peut diminuer ou augmenter à chaque moment de l'opération, il permet de maintenir les gaz et vapeurs des chambres dans les proportions voulues.

3^e Cause de perte. — Une dernière cause de perte, mais beaucoup moins importante que celles que nous venons d'examiner, est produite par l'influence des variations de température atmosphérique sur les chambres de plomb qui toutes sont construites en plein air.

Il est, en effet, reconnu que la chaleur agit notablement sur les réactions qui se passent dans les chambres, et les Anglais admettent que la température la plus favorable est de 130 à 140 Fahrenheit (54° à 60° c.). On concevra sans peine qu'il est impossible d'atteindre ce degré de température dans des chambres de plomb exposées au froid rigoureux de l'hiver. Dans cette saison, la vapeur se condensant rapidement, et ne prenant plus une part aussi active dans les phénomènes qui donnent naissance à l'acide sulfurique, amène dans la marche de l'appareil une perturbation qui produit une diminution notable du rendement.

Lors de nos visites, au mois de septembre dernier, les chambres des fabriques de la province de Namur, ne marquaient que 30° à 40° au thermomètre centigrade.

Résultats des améliorations proposées. — Les améliorations que nous indiquons, auront pour résultat non-seulement de faire cesser les dommages pro-

quatre heures, consomme environ 900 kilogrammes de charbon d'une valeur de fr. 40-55. D'après des renseignements que nous avons recueillis, le façonnage en briquettes de 1000 kilogrammes de fine pyrite ne coûterait à l'exploitation de la Haute-Sauré, près de Dison, qu'environ fr. 5-30.

(1) PAYEN, *Cours de chimie inorganique expliquée*, p. 66.

(2) D'après nos analyses, 100 kilogrammes du nitrate de soude employé dans les fabriques de la basse Sambre, correspondent à environ 117 kilogrammes d'acide nitrique à 36°.

venant de la fabrication de l'acide sulfurique, mais en outre, de réaliser au profit des industriels une économie très-notable.

En effet si l'on évalue à 11 francs les 100 kil., les quantités d'acide à 60° perdues pendant les dix premiers mois de cette année, et calculées sur le rendement des fabriques où l'on brûle directement le soufre, on trouve que ces pertes s'élèvent :

Pour Risle, à fr.	64,418
— Floreffe	36,546
— Moustier	39,603
— Auvelais	36,876

CHAPITRE IV.

DESCRIPTION DE LA FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE ET DES APPAREILS DE CONDENSATION POUR L'ACIDE HYDROCHLORIQUE.

La fabrication du sulfate de soude se fait en traitant le sel marin par l'acide sulfurique ; il se forme du sulfate de soude et il se dégage de l'acide hydrochlorique.

L'opération a lieu dans des fours divisés en deux compartiments. La réaction commencée dans le premier appelé *cuvette*, elle s'achève dans le second, dit *sole à calciner*. Dans ces deux compartiments, mais surtout dans la cuvette, il se produit de grandes quantités d'acide hydrochlorique qui doivent être soumises à des moyens de condensation.

Nous décrirons d'abord les différents systèmes de fours, et ensuite, les appareils de condensation employés dans les fabriques que nous avons visitées, ou quelques-uns de ceux dont on s'est servi précédemment.

Fours.

Les fours servant à la fabrication du sulfate de soude, sont de trois espèces : les fours simples ou à une seule cuvette, les fours doubles ou à deux cuvettes et les fours à moufle ou à double voûte.

Four simple. — La planche VII (fig. 59 à 43) fait connaître la disposition de l'un de ces fours.

La cuvette C est en plomb, elle repose sur un dallage en fonte d'une épaisseur d'environ trois centimètres, elle est fixée aux murs par des attaches en plomb z et elle est recouverte d'une voûte en maçonnerie.

Les deux murs opposés sont percés chacun d'une ouverture : l'une extérieure m, l'autre intérieure d ; celle-ci est fermée par un registre x, qui permet de mettre la cuvette en communication avec la sole à calciner.

Une trémie h sert au chargement du sel que l'on fait tomber dans la cuvette en ouvrant un registre v. Quelquefois la trémie n'existe pas et le chargement du sel se fait par l'une des portes. L'acide sulfurique est amené d'un réservoir jaugeé par un tuyau en plomb g.

Les vapeurs acides qui se forment dans la cuvette se dégagent par deux tuyaux en grès *l*, d'un diamètre de 0^m,255 environ, qui les conduisent aux appareils de condensation.

La seconde partie du four à sulfate ou *sole à calciner* B, indépendamment de l'ouverture *d*, en présente deux autres qui sont destinées à donner accès à la spatule de l'ouvrier, quand il travaille la matière. En avant de l'une des portes de travail est pratiquée dans la sole une ouverture quadrangulaire U, de 0^m,15 de côté, que l'on ouvre à la fin de chaque opération, pour faire tomber le sulfate obtenu dans une cage *p* fermée par une plaque en tôle.

Le foyer A est placé sur un des côtés du four. La flamme, en quittant la grille, passe par-dessus l'autel *b*, vient immédiatement lécher la sole à calciner, s'échappe par une gargouille *q* ménagée dans un des angles de la sole, redescend en dessous de la cuvette, en traversant une ouverture pratiquée dans la cloison *r*, se rend par un petit conduit S dans le canal général des fours à sulfate, et de là à la grande cheminée, en passant par le condenseur.

Marche de l'opération. — Pour opérer le chargement de la cuvette, l'ouvrier amène le sel au pied du four, le charge à la pelle dans la trémie. Cela fait, il laisse couler l'acide, puis, en ouvrant le registre de la trémie, il fait tomber le sel. Immédiatement après, le mélange est remué et l'ouverture *m* est exactement fermée.

Ces différentes manœuvres exigent environ une demi-heure.

Dans une autre fabrique, on opère le chargement d'une manière un peu différente : on commence par laisser couler l'acide sulfurique et lorsque celui-ci recouvre la surface de la cuvette d'une couche de 0^m,02 environ, on charge le sel par l'une des portes du four à l'aide d'une pelle.

Deux ouvriers exécutent cette manœuvre en quelques minutes, et pour se garantir des vapeurs acides, ils ont soin d'amonceler le sel de manière à boucher en quelque sorte l'ouverture : chaque pelletée remplace, en la poussant en avant, celle qui l'a précédée.

On emploie, pour chaque opération, des quantités de sel et d'acide sulfurique qui varient dans les différentes fabriques. Tantôt on charge 300 kilogrammes de sel et 525 kilogrammes d'acide à 60°; tantôt 351 kilogrammes de sel pour 380 à 390 kilogrammes d'acide; ou enfin, 400 kilogrammes de sel pour 440 à 460 kilogrammes d'acide.

Au bout de six à huit heures environ, ou plutôt, lorsque l'effervescence, produite par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin, a cessé et que la matière, qui s'était d'abord considérablement boursoufflée par le dégagement du gaz acide hydrochlorique, est redescendue dans la cuvette, on la transvase sur la sole à calciner. A cet effet, l'ouvrier ouvre la porte *m*, soulève le registre *x* qui ferme la porte *d*, et, à l'aide d'une sorte de pelle creuse, il prend le produit pâteux et le fait passer sur la sole à calciner.

C'est sur cette dernière que la décomposition s'achève : la matière se granule et l'on a soin de la remuer à plusieurs reprises avec une spatule.

Au bout de trois à quatre heures, on enlève le sulfate formé, et à l'aide d'un râble, on le fait tomber par l'ouverture U dans la cage *p* où il se refroidit.

Lorsque cette cage est exactement fermée, il ne se produit dans l'atelier aucune

émanation, au moment où l'on enlève le sulfate de la sole à calciner. Pendant le transport de ce sulfate, qui a lieu peu de temps après le défournement, il se dégage des vapeurs plus ou moins acides ; on parviendrait facilement à éviter cet inconvénient, en ayant soin de laisser refroidir parfaitement la matière avant de l'enlever de la cage, ou en la recevant dans un petit chariot qui, venant se placer dans la cavité *p*, serait retiré bien fermé, pour être ensuite abandonné dans un endroit convenable, jusqu'à ce que le refroidissement du sulfate fût complètement effectué.

D'après la moyenne de plusieurs années, 100 kilogrammes de sel produisent, dans les différents systèmes de fours, de 102 à 113 kilogrammes de sulfate.

Four double. — Un four double (pl. VIII, fig. 44 à 48) se compose de deux compartiments latéraux à cuvette B, d'une sole à calciner A et d'un foyer C. Chaque compartiment à cuvette porte deux ouvertures *aa* : l'une est placée latéralement, elle sert au chargement de la matière et à transvaser celle-ci sur la sole de calcinage; l'autre, munie d'un registre *f* est placée vis-à-vis de la précédente et sert à mettre la cuvette en communication avec la sole à calciner.

Dans ce four, il y a également, à la voûte de chaque compartiment à cuvette, un tuyau en grès *d*, servant au dégagement des vapeurs acides, et un autre tuyau en plomb pour amener l'acide sulfurique.

La flamme du foyer, après avoir passé sur la sole de calcinage, entre dans deux gargouilles latérales *b*, se rend sous les cuvettes et de là, par deux autres gargouilles *e'*, dans le canal qui communique avec la cheminée. Deux registres *f* permettent de régler le tirage.

Il existe, comme dans le four simple, une ouverture *g* à la partie antérieure et près de la porte de la sole à calciner : elle sert à faire tomber le sulfate dans une cage *h* pratiquée en dessous du four. C'est là que ce sulfate se refroidit avant d'être transporté au magasin. Une élévation du four et une vue de la cave se trouvent représentées à la fig. 44. Nous avons déjà fait ressortir les améliorations qui pourraient être apportées à cette partie de l'appareil, dans le but de faire disparaître les inconvénients que présente le défournement du sulfate.

La marche de l'opération et la durée de celle-ci dans la cuvette et sur la sole de calcinage, sont les mêmes que dans les fours simples.

On charge dans chaque cuvette, 300 kilogrammes de sel et 330 kilogrammes d'acide à 60°. Le chargement se fait de la manière indiquée précédemment.

Il est facile de comprendre l'avantage que présente le four double sur le four simple. L'opération durant de six à huit heures dans la cuvette, tandis qu'elle se fait en trois ou quatre heures sur la sole à calciner, celle-ci est fréquemment inactive dans les fours simples, et c'est dans le but de remédier à cet inconvénient que l'on a construit des fours à deux cuvettes.

Fours à moufle ou à double voûte. — Nous décrirons successivement deux fours à moufle.

Le premier, employé à Floresse, est représenté pl. XI (fig. 66 et 67). Il se compose de deux cuvettes B, en plomb, et d'une sole à calciner A. Deux foyers C et D servent respectivement à chauffer la sole à calciner et les deux cuvettes.

Chaque cuvette est en communication avec la sole de calcinage et présente également une ouverture extérieure par laquelle l'ouvrier introduit dans le com-

partiment à cuvette la pelle creuse qui sert à transvaser la matière. Indépendamment de ces ouvertures, il en existe une troisième qui n'est utilisée que pour ramasser la matière, la prendre ensuite et la passer sur la sole. Cette manœuvre est surtout nécessaire pour la cuvette de gauche dont l'ouverture, qui est vis-à-vis de la baie communiquant avec la sole de calcinage, est placée à l'une des extrémités de cette cuvette.

Pour remuer la matière et opérer le défournement du sulfate, la sole à calciner est munie de deux portes. Elles servent alternativement pour faire tomber le sulfate obtenu, par une ouverture ménagée au-devant de cette sole, dans une cage ou étouffoir en tôle.

Le gaz acide provenant des cuvettes, de même que celui formé pendant le calcinage et qui, dans ce système de fours, est séparé des produits de la combustion, se rendent, par un canal en maçonnerie E' et par des tuyaux en grès E, dans l'appareil de condensation.

Marche de l'opération. — Pour charger la cuvette, on y laisse d'abord couler, par un tuyau en plomb, l'acide sulfurique venant d'un réservoir jaugé N. Pendant ce temps, l'ouvrier va chercher le sel et l'apporte au pied du four. Il le charge à la pelle, par la porte latérale, en se faisant aider par un autre ouvrier. Il ferme ensuite les portes et les lute. Chaque chargement exige environ 15 minutes.

Lorsque la matière peut être transvasée, l'ouvrier place une lampe dans une petite niche ménagée entre les deux portes, afin d'éclairer l'intérieur du four, puis, à l'aide d'une pelle creuse, il fait passer, à la manière ordinaire, la matière sur la sole à calciner.

Dans chaque cuvette de ce four, on charge 350 kilogrammes de sel et 390 kilogrammes d'acide sulfurique à 60°.

L'opération dure dix à douze heures dans la cuvette et de quatre à six heures sur la sole de calcinage.

On fait donc habituellement, dans les deux cuvettes, quatre opérations en vingt-quatre heures. On peut même quelquefois en faire cinq pendant ce laps de temps.

Une autre disposition du four à double voûte est employée à Risle; elle est représentée à la planche IX (fig. 49 à 51).

Ce four se trouvait en activité au moment de notre dernière visite; il ne nous a pas été possible de vérifier ses dimensions intérieures. Du reste, le point qu'il importe de signaler ici est le mode de construction de ce four, bâti en briques creuses qui se relient entre elles. Les figures 52 à 57 représentent la forme et la disposition de ces briques.

La flamme, en quittant le foyer e, passe en même temps au-dessus et au-dessous du moufle A servant au calcinage, pour se rendre ensuite sous les deux cuvettes B.

Les portes de travail a de la sole à calciner sont munies d'un mode de fermeture particulier, ainsi que le montrent les figures 58 et 59.

Un étouffoir ou cage d sert au défournement du sulfate obtenu.

On emploie, pour chaque opération, 250 kilogrammes de sel et 260 à 270 kilogrammes d'acide sulfurique à 60°.

L'opération dure environ quatre heures dans chaque cuvette. Le calcinage se fait en trois ou quatre heures. On ne fait néanmoins, dans les deux cuvettes, que

5 à 6 opérations en vingt-quatre heures, parce qu'on n'opère qu'alternativement dans chacune d'elles. Un registre est destiné à faire passer les produits de la combustion sous la cuvette qui est en activité. La raison de ce travail alternatif, c'est que les cuvettes marchent trop vite pour desservir l'unique sole de calcinage.

Il est à remarquer que ce four à moufle, contrairement à ce qui a lieu habituellement, consomme moins de combustible que les anciens, et néanmoins, ses parois sont chauffées au rouge, de sorte que l'ouvrier peut transvaser la matière, sans avoir besoin d'éclairer l'intérieur du four, au moyen d'une lampe, ainsi que cela se pratique à Floresse.

Appareils employés à la condensation du gaz acide hydrochlorique.

Les appareils de condensation pour le gaz acide hydrochlorique consistent ordinairement en séries de bombonnes suivies d'un condenseur.

Les vapeurs acides, provenant des cuvettes, passent successivement par les bombonnes et par le condenseur. Quant aux gaz acides produits pendant le calcinage, les moyens de les absorber varient suivant qu'on se sert de fours à double voûte ou de fours de l'ancien système, simples ou doubles.

Avec les fours à double voûte, les gaz provenant de la sole à calciner passent par des appareils de condensation analogues à ceux employés pour retenir ceux qui sortent des cuvettes.

Dans les anciens fours, au contraire, les gaz qui s'échappent de la sole de calcinage et qui sont mêlés avec un volume considérable de produits gazeux provenant du foyer, se rendent directement au condenseur, sans passer par les bombonnes.

Toutefois, à Auvélais, les vapeurs acides formées pendant le calcinage, ne sont soumises à aucun moyen de condensation et vont directement à la cheminée de l'usine.

Après ces détails préliminaires, nous allons donner successivement la description des différents appareils de condensation, qui ont été employés ou qui sont encore en usage aujourd'hui dans chacune des fabriques de la province de Namur.

FABRIQUE DE RISLE.

L'appareil de condensation employé dans cette fabrique, en 1847, se composait :

1° D'un canal souterrain de 500 mètres de longueur, dans lequel passait un courant d'eau dans le but d'abaisser la température des gaz et de les condenser en partie.

2° D'une grande tour en briques de 15 mètres de hauteur. Cette tour était remplie en partie de fragments de briques bien cuites, supportés par des pièces de bois. De l'eau tombant en pluie par la partie supérieure, était divisée par les morceaux de briques et contribuait à condenser les gaz qui étaient obligés de marcher en sens contraire de l'eau.

3° D'un canal horizontal de 60 mètres de long, dans lequel étaient entassés des blocs de calcaire dans le but de décomposer le gaz chlorhydrique qui n'avait pas été condensé dans la tour.

4° D'un canal qui communiquait avec la cheminée de l'usine.

Le gaz acide passait d'abord dans le canal souterrain de 300 mètres, montait ensuite dans la tour, arrivait dans le canal rempli de calcaire, et enfin, à la cheminée.

D'après la déclaration faite à la commission par le directeur de la fabrique de Risle, l'emploi du calcaire a été abandonné parce qu'il demandait une main-d'œuvre considérable et que le résidu de ce calcaire se retirait difficilement du canal.

Au mois d'octobre 1852, d'après un rapport de M. l'ingénieur de Crassier, chaque four à sulfate était muni d'une série de cinquante-huit bombonnes. Le gaz, après avoir traversé ces bombonnes, arrivait dans un canal souterrain de 60 mètres de longueur environ, puis montait dans un puits d'un mètre de diamètre et de 7 mètres et demi environ de hauteur, dont la partie supérieure était fermée au moyen d'une plaque de plomb d'un mètre de diamètre, percée d'un grand nombre de petits trous; sur cette plaque arrivait un courant constant d'eau qui tombait dans le puits sous forme de pluie. De ce puits, les vapeurs se rendaient à travers un canal incliné de près de 100 mètres de longueur, à la haute cheminée de l'usine.

Cet appareil de condensation servait également à cette époque pour les vapeurs acides provenant de la fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb.

Moyens de condensation actuellement employés. — Les gaz qui sortent des cuvettes et ceux venant de la calcine du four à double voûte, traversent respectivement une série de bombonnes disposées en fer à cheval. La planche XIII (fig. 71 et 72) montre la disposition d'un four simple, celle des bombonnes, et la direction que suivent les produits gazeux pour passer successivement de l'une à l'autre.

Avant la visite que fit la commission le 20 octobre 1854, les bombonnes étaient réparties de la manière suivante :

Four n° 1.	39	bombonnes.
— 2.	47	—
— 3.	53	—
— 4.	50	—
— 5.	41	—

Quelque temps après cette visite, on augmenta ce nombre, qui se trouve aujourd'hui porté aux chiffres suivants :

Four n° 1.	39	bombonnes.	
— 2.	55	—	
— 3.	77	—	} 61 pour les cuvettes. } 16 pour la calcine.
— 4.	58	—	
— 5.	41	—	

Anciennement on ne mettait pas d'eau dans les bombonnes, l'eau dégagée de la cuvette et entraînée par les vapeurs acides contribuait seule à leur condensation. Après la visite de la commission, faite le 4 septembre 1853, on a introduit vingt litres d'eau environ dans chaque bombonne.

Les ouvriers sont payés d'après la quantité d'acide qu'ils recueillent.

Voici comment se faisait le 3 octobre 1853, le service de ces bombonnes (1) :

Le matin, les ouvriers étaient occupés à luter les dames-jeannes recueillies la veille et à placer dans leur emballage celles qui devaient être remplies le jour même. Vers deux ou trois heures, un ouvrier marquait les bombonnes dans lesquelles il avait reconnu à l'aide d'une baguette une quantité d'acide suffisante pour remplir une dame-jeanne. Après avoir compté le nombre de bouteilles qui lui seraient nécessaires, il les apportait au pied des bombonnes, aidé par deux autres ouvriers. Le siphonage commençait ensuite, l'un des ouvriers faisait cette opération dans les premières bombonnes, tandis qu'un second s'occupait à siphonner les trois dernières de chaque rangée et à reporter l'acide marquant 10° à 11° qui en était retiré, dans les premières bombonnes. Quant au troisième ouvrier, il était employé à aller chercher de l'eau dans des cruches d'une capacité de 10 litres environ ; il en mettait deux dans les dernières bombonnes pour remplacer l'acide qui avait été enlevé. A six heures du soir, ce travail n'était pas encore terminé.

Ce mode d'opérer, qui est long et défectueux, ne peut être considéré comme un système d'une application régulière. Aussi, à une nouvelle visite, faite le 14 novembre par deux membres de la commission, ceux-ci ont appris que l'on avait cessé de mettre de l'eau dans les bombonnes.

Condenseur. — Il se compose de trois puits ou colonnes en maçonnerie, entièrement vides et dont les profondeurs sont différentes.

La première colonne, par où arrivent les gaz, a une profondeur de 5^m,25 ; la deuxième a 5^m,20 et la troisième 4^m,45.

Ces colonnes portent à leur partie supérieure des couvercles percés de trous qui reçoivent de l'eau amenée par trois tuyaux en plomb, ayant 0^m,045 de diamètre chacun.

Les gaz acides provenant des calcines des fours simples, ainsi que ceux qui ont échappé à la condensation dans les bombonnes, arrivent par un canal, parcourent successivement les trois colonnes et se rendent ensuite à la cheminée de l'usine.

L'eau qui a condensé une certaine quantité de gaz se déverse dans un petit ruisseau.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

L'appareil de condensation, qui a été employé à Floreffe, jusque dans ces derniers temps, est représenté à la planche X (fig. 60 à 65).

Les gaz acides, en sortant du four à sulfate A, passaient, au moyen d'un tuyau B, par trois séries parallèles C, de 10 bombonnes chacune, disposées sur un plan

(1) Trois fours simples et le four à double voûte étaient en activité au moment de la visite de la commission.

incliné, et communiquant entre elles par des tuyaux-siphons, prenant le liquide dans le fond de l'une, pour le reporter à la surface du liquide contenu dans celle immédiatement inférieure. La bombonne, occupant la partie la plus déclive du plan incliné, fournissait l'acide commercial, tandis que celle placée au haut de ce plan, recevait constamment un filet d'eau.

Les gaz acides suivaient une direction opposée à celle du liquide. Au sortir des bombonnes, ces gaz arrivaient, en passant par les chambres D, dans un canal E, en relation avec les cloches plongeantes ou appareil pneumatique F. En quittant ces cloches, ils étaient refoulés dans des colonnes en grès G, munies d'un diaphragme, sur lequel reposait du coke constamment arrosé d'eau.

En sortant de ces colonnes, les gaz passaient dans un conduit en bois goudronné I et arrivaient, par un canal K, dans trois séries parallèles L de 16 bombonnes chacune, disposées en gradins et communiquant entre elles comme les précédentes.

De là, les gaz venaient dans une chambre M, remplie de fragments de calcaire, arrosés d'eau qu'amenait constamment un tuyau N; ils se rendaient enfin, par un canal souterrain P, à la grande cheminée de l'usine.

L'entretien difficile de cet appareil a été la cause principale qui en a fait abandonner l'usage.

Nouvel appareil de condensation. — Établi depuis le 23 juin 1855, il servait pour le four à double voûte qui, seul, était en activité à l'époque de notre visite. Deux autres fours du même système ont commencé à marcher depuis; ils sont munis chacun d'un appareil spécial de condensation, construit de la même manière que celui que nous allons décrire et qui se trouve représenté à la planche XI (fig. 66 à 68).

Ce condenseur se compose d'une colonne en maçonnerie F, divisée en deux compartiments G et d'une colonne en grès L. Ces colonnes remplies de coke reçoivent un filet d'eau par leur partie supérieure, au moyen d'un tuyau H, qui communique avec trois tuyaux distributeurs. De ces trois tuyaux, celui qui sert à alimenter la colonne à courant ascendant est le seul muni d'un robinet, afin de régler l'écoulement et d'obtenir l'acide hydrochlorique au degré commercial.

Des tuyaux en poterie E amènent le gaz provenant des cuvettes dans l'une des deux séries E', chacune de trois bombonnes, disposées sur un plan incliné. Celles-ci sont en communication avec la partie inférieure de la première colonne en maçonnerie ou colonne à courant ascendant.

Un autre conduit horizontal sert à faire passer le gaz produit sur la sole à calciner dans la colonne en grès L qui vient aboutir à la partie supérieure de la colonne à courant descendant.

Enfin, à la partie supérieure de cette dernière colonne, se trouve un baquet en plomb M de 0^m,60 environ de côté, contenant de la chaux. On employait à l'époque de notre visite, 64 kilogrammes de chaux en 24 heures. L'usage en a été abandonné depuis.

Marche de l'appareil. — Le filet d'eau, après s'être divisé en traversant le coke qui se trouve dans la colonne à courant ascendant, arrive dans une des deux séries de trois bombonnes, passe successivement de l'une à l'autre, au moyen de tuyaux latéraux qui plongent jusqu'au fond de chacune d'elles et se rend enfin

dans une bombonne citerne K d'où il est siphonné à l'état d'acide hydrochlorique commercial.

L'eau qui passe dans la colonne en grès ou de calcinage, après avoir été reçue à part, est jetée à la rivière.

Enfin, l'eau qui s'écoule de la colonne à courant descendant, se rend à la Sambre par un canal I.

Les vapeurs acides provenant des cuvettes, après avoir passé dans les bombonnes, arrivent par la partie inférieure, dans la colonne à courant ascendant, puis dans la colonne à courant descendant, pour se rendre ensuite à la cheminée, par un canal J.

Le gaz acide provenant du calcinage arrive dans la colonne en grès L, puis dans la colonne à courant descendant où viennent se réunir par conséquent les gaz des cuvettes et de la calcine.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

Le premier système de condensation, employé dans cette fabrique, se composait d'une série de quarante bombonnes environ pour chaque cuvette, et d'une autre série de vingt bombonnes pour chaque sole à calciner.

Au commencement de 1854, on fit construire de vastes canaux, dans lesquels l'eau circulait en sens inverse des gaz provenant du calcinage.

Depuis le mois de juillet 1855, une partie de ces canaux a été supprimée et on a adopté le système qui était employé au moment de la visite de la commission. A cette époque, trois fours simples étaient en activité.

Le gaz acide hydrochlorique, provenant de chaque cuvette, est amené dans une série de bombonnes en grès disposées horizontalement. Au mois de septembre 1855, il y avait quarante bombonnes pour chaque four. Le nombre en a été depuis porté à soixante.

Après avoir suivi les séries de bombonnes, les gaz acides, provenant des différentes cuvettes, arrivent au condenseur par un conduit pourvu de registres en poterie. C'est aussi à ce condenseur que se rendent directement les vapeurs acides se produisant sur les soles à calciner et qui, ainsi que nous l'avons dit précédemment, sont mêlées aux gaz résultant de la combustion.

Condenseur. — Le condenseur, représenté planche XII (fig. 69 et 70), se compose de deux canaux parallèles A et B placés à deux niveaux différents. Ces canaux en maçonnerie, fermés par des dalles en grès, ont 13^m,75 de longueur, 0^m,80 de largeur et 1^m,75 de profondeur, et ils sont séparés par un espace de 8^m,50, dans lequel se trouvent douze rangées de bombonnes, chacune de dix, qui sont disposées par paires. Ces bombonnes communiquent entre elles par leur partie supérieure au moyen de tuyaux coudés H et par leur partie inférieure au moyen de tubulures K. En outre, les dernières bombonnes de chaque série sont en communication avec les deux canaux par l'intermédiaire de tuyaux coudés O. Au sommet du plan incliné, se trouve un tuyau en plomb C D qui sert à alimenter d'eau les bombonnes par un embranchement particulier pour chaque série. Un autre tuyau plus petit, placé à la partie supérieure du canal B, laisse écouler un filet d'eau dans ce canal. Le tuyau T amène dans le canal inférieur

de la vapeur. Enfin, un canal EF est destiné à l'écoulement des eaux acides qui se rendent ensuite à la Sambre.

Marche de l'appareil. — Les vapeurs acides provenant du calcinage, mêlées aux produits de la combustion, celles des cuvettes qui ont échappé à la condensation dans les bombonnes, arrivent dans le canal inférieur A. En même temps, et au même point de ce canal, vient se rendre la vapeur d'eau. Ce mélange gazeux se répartit entre les séries de bombonnes et se rend dans le canal B qui le conduit ensuite à la cheminée. Pendant ce parcours, de l'eau s'écoule du tuyau CD, se rend d'une bombonne à l'autre, suit, par conséquent, une direction inverse à celle des vapeurs et contribue sur son passage à produire la condensation. Cette eau finit par arriver dans le canal EF qui la conduit à la rivière.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

Deux fours doubles étaient en activité, lorsque la commission a visité cet établissement.

Chaque cuvette est en communication avec une série de trente-deux bombonnes dans chacune desquelles on introduit environ trente litres d'eau.

Ces bombonnes sont siphonnées tous les jours; les trois premières de chaque série doivent même être soutirées deux fois par jour, le matin et le soir. Les femmes, chargées du siphonage, sont payées d'après les quantités d'acide muriatique commercial qu'elles recueillent.

Condenseur. — Cet appareil est employé dans le but de condenser le gaz acide hydrochlorique, provenant des cuvettes et qui a échappé aux bombonnes.

Les vapeurs acides, produites par le calcinage, ne sont soumises à aucun moyen de condensation et se rendent directement à la cheminée.

La planche XIII (fig. 75 et 76) représente le condenseur et en donne une vue perspective. Cet appareil se compose de huit colonnes en plomb, dont quatre A sont à courant descendant et quatre autres B à courant ascendant. Les colonnes sont placées dans des auges en plomb E, munies de becs e destinés à l'écoulement du liquide.

Un tuyau T, placé à la partie supérieure de l'appareil, amène de l'eau d'un réservoir et la distribue, au moyen de quatre embranchements t aux quatre colonnes A. Ces embranchements sont munis de robinets m, afin de régler la distribution de l'eau, et celle-ci tombe dans les colonnes, après avoir traversé les pommes d'arrosoir d.

Par la partie inférieure des quatre colonnes B, on injecte de la vapeur, au moyen d'un tuyau S qui, par quatre embranchements s, la distribue dans chaque colonne.

Les vapeurs acides, qui arrivent par un tuyau C, parcourent successivement les différentes colonnes et viennent se rendre dans un canal en maçonnerie K qui les conduit à la cheminée.

Le liquide s'écoule dans les auges par des découpures f, puis dans le canal g qui le conduit dans un puits perdu.

Cet appareil de condensation est en très-mauvais état : à l'époque de notre visite, on devait fréquemment y faire des réparations.

CHAPITRE V.

EFFETS DES APPAREILS. — EXAMEN ET APPRÉCIATION DU MODE DE FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE.

EFFETS DES APPAREILS.

Dans le but d'apprécier approximativement les quantités d'acide hydrochlorique lancées dans l'atmosphère par les fabriques de produits chimiques, nous avons procédé de la manière suivante :

L'analyse des échantillons de sel nous a fait connaître les quantités de chlorure réel que renferme chacun d'eux.

L'analyse d'une série d'échantillons des sulfates obtenus nous a donné la quantité moyenne de chlorure non décomposé qui reste dans cent parties du sulfate de soude.

Connaissant la quantité moyenne de sulfate fournie par cent parties de sel employé, il nous a été possible de calculer la proportion de sel réellement décomposée, et par suite, la quantité de gaz acide hydrochlorique qui a été produite.

Nous avons vu qu'une partie de cet acide a été condensée, et pour connaître la quantité qui a échappé aux moyens de condensation, nous avons étudié avec soin la marche et les effets des appareils; nous avons déterminé, par des observations, les quantités de liquides recueillies, et par l'analyse, leur richesse en acide⁽¹⁾.

La différence entre les quantités d'acide produites et celles qui ont été condensées exprime évidemment les quantités perdues.

Nous allons indiquer successivement pour chaque fabrique les résultats qui ont été obtenus.

(¹) Nous avons eu recours à l'analyse pour évaluer la richesse en acide hydrochlorique, des échantillons de liquides que nous avons recueillis dans les fabriques, parce que nous n'avons pas voulu nous servir des tables de Davy, qui ont été dressées en se fondant sur des expériences faites avec des dissolutions d'acide hydrochlorique pur. Les acides commerciaux que nous avons à examiner contenaient des proportions assez notables de substances étrangères, telles que de l'acide sulfurique et des matières salines.

FABRIQUE DE RISLE.

L'analyse du sel employé à Risle, a donné la composition suivante :

Chlorure sodique	85.28
— magnésique	0.18
Sulfate calcique	1.67
— magnésique.	0.98
Matières insolubles	0.44
Eau et perte.	11.45
	100.00

On a trouvé, par l'analyse de différents échantillons de sulfate de soude, que ce produit retient, en moyenne, 0.315 de chlorure non décomposé.

D'après la moyenne des années 1850 à 1854, 100 kilogrammes de sel fournissent 109 kilogrammes de sulfate de soude.

Donc, il y a, par 100 de sel brut, 84.94 de chlorure décomposé, et 52.99 d'acide hydrochlorique pur produit.

Le tableau suivant fait connaître les quantités de sel décomposées et d'acide hydrochlorique commercial obtenues, pendant les années 1850 à 1854.

ANNÉES.	SEL MARIN DÉCOMPOSÉ.	ACIDE hydrochlorique commercial OBTENU.	ACIDE COMMERCIAL, pour 100 de sel.
	Kilogrammes.	Kilogrammes.	
1850	1,206,184	307,207	25.4
1851	1,431,124	996,700	69.6
1852	1,674,164	1,170,800	69.9
1853	1,666,244	1,167,000	70.0
1854	2,190,955	1,635,700	74.5

Nous avons pris pour base de nos calculs, les quantités d'acide hydrochlorique commercial condensées, dans les bombonnes, en 1854, année pendant laquelle on a tenu compte de tout l'acide recueilli, ainsi qu'il résulte des renseignements qui nous ont été fournis et des observations que nous avons faites pendant notre séjour dans la fabrique.

100 parties d'acide hydrochlorique contenant 31.121 d'acide pur, 74.5. quantité d'acide commercial recueillie, en 1854, pour 100 de sel, en contiendront 23.18.

Quant au condenseur, nous devons d'abord faire remarquer qu'à l'époque de

notre visite, comme on se trouvait dans la saison des bas niveaux, l'usine ne disposait que d'une quantité d'eau relativement peu considérable. L'eau ne tombait que dans une seule cascade, celle du milieu. A des visites faites antérieurement par quelques membres de la commission, il a été constaté que l'appareil entier fonctionnait.

Quoi qu'il en soit, il résulte de nos expériences qu'il arrivait dans le condenseur, 36,000 litres d'eau en vingt-quatre heures, et que 100 d'eau acide recueillie contenait 1.153 d'acide hydrochlorique pur : ce qui donne 415 kilogrammes d'acide pur condensés en vingt-quatre heures.

Comme on décompose, en moyenne, d'après le tableau précédent, 6000 kilogrammes de sel brut par jour, la quantité d'acide hydrochlorique pur arrêtée par le condenseur est de 6.91 pour 100 de sel.

En résumé, on a recueilli : dans les bombonnes . . .	23.18
Au condenseur	6.91
Total.	<u>30.09</u>

Par conséquent, la quantité d'acide hydrochlorique qui n'a pas été condensée est de 22.90, pour 100 de sel décomposé.

En partant de ces données, on trouve que la quantité qui a échappé aux moyens de condensation, pendant l'année 1854, est égale à 311,243 mètres cubes, à la température de 0° et sous la pression normale de l'atmosphère; ou 852 mètres cubes par jour.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

Le sel employé à Floreffe, a la composition suivante :

Chlorure sodique.	88.34
— magnésique	0.12
Sulfate calcique	2.06
— magnésique	0.67
Matières insolubles	0.36
Eau et perte	8.45
	<u>100.00</u>

0^k.62 chlorure sodique restant, en moyenne, dans 100 kilogrammes de sulfate de soude.

108^k.00 sulfate fourni par 100 kilogrammes de sel.

87^k.67 chlorure sodique décomposé, par 100 kilogrammes de sel brut.

54^k.69 acide hydrochlorique pur produit, — — —

Tableau indiquant les quantités de sel décomposées et d'acide hydrochlorique commercial obtenues, de 1850 à 1854.

ANNÉES.	SEL MARIN DÉCOMPOSÉ.	ACIDE hydrochlorique commercial OBTENU.	ACIDE COMMERCIAL, pour 100 de sel.
	Kilogrammes	Kilogrammes.	
1850	1,095,120	605,000	55.2
1851	1,733,010	870,562	50.2
1852	1,756,610	887,920	50.5
1853	1,856,710	1,051,800	56.6
1854	1,765,610	1,090,000	61.7

Le four décomposant, en vingt-quatre heures, 1400 kilogrammes de sel brut, il se dégage, pendant ce temps, 765^k.66 d'acide hydrochlorique pur.

D'une série d'expériences, il résulte :

1° Que la quantité moyenne de liquide acide sortant de la colonne à courant ascendant est de 1338^k.65.

100 de cet acide renfermant 24.72 d'acide hydrochlorique pur, la quantité de gaz acide condensée dans cette colonne à courant ascendant est de 350^k.91 en vingt-quatre heures.

2° Que la quantité moyenne d'acide recueilli dans la colonne en grès est de 1002^k.55.

Cet acide contenant 11.65 p. % d'acide hydrochlorique pur, la quantité d'acide condensée dans cette colonne en grès, est de 116^k.79 en vingt-quatre heures.

3° Que, dans la colonne à courant descendant, on recueille 12,888 kilogrammes d'une eau acide qui contient, dans 100 parties, 0.655 d'acide hydrochlorique pur.

On condense donc, dans cette colonne à courant descendant, 84^k.416 de gaz acide hydrochlorique, en vingt-quatre heures.

La quantité totale d'acide hydrochlorique pur que retient l'appareil de condensation est, par conséquent, égale à 532^k.416; ou 38 kilogrammes pour 100 de sel décomposé.

Il résulte de ce qui précède que la quantité d'acide qui n'est pas condensée correspond à 144 mètres cubes par jour.

Si nous n'appliquons pas, en ce qui concerne l'établissement de Floeffe, les données précédentes pour calculer les quantités d'acide hydrochlorique qui n'ont pas été condensées pendant l'année 1854, c'est que nos calculs seraient évidemment inexacts, parce que l'appareil de condensation qui a servi à nos expériences, n'était en activité que depuis le 26 juin 1855, et que nous ignorons les effets des autres moyens de condensation employés avant cette époque. Or, les résultats dont nous avons fait usage, ayant été fournis dans des circonstances favorables,

ne peuvent servir à établir une comparaison entre Floreffe et les autres fabriques, dont les procédés de condensation n'ont pas changé.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

Composition du sel. — Chlorure de sodium . . .	89.89
— de magnésium . . .	0.10
Sulfate calcique.	1.05
— magnésique.	0.64
Matières insolubles.	0.30
Eau et perte.	8.04
	100.00

0.893 chlorure sodique que retiennent, en moyenne, 100 parties de sulfate de soude.

113^k.8 sulfate produit par 100 kilogrammes de sel, d'après la moyenne des années 1852 à 1855.

88^k.87 chlorure sodique décomposé, par 100 kilogrammes de sel brut.

55^k.44 acide hydrochlorique pur formé, — — —

Tableau faisant connaître les quantités de sel décomposées et d'acide hydrochlorique commercial obtenues, pendant les exercices 1851 à 1855.

EXERCICES.	SEL DÉCOMPOSÉ.	ACIDE	
		hydrochlorique commercial OBTENU.	COMMERCIAL, par 100 de sel.
	Kilogrammes.	Kilogrammes.	
1851—1852	681,340	355,555	49.2
1852—1853	1,278,342	653,504	49.5
1853—1854	1,498,960	810,986	54.1
1854—1855	1,660,680	974,982	58.7

Nous aurions voulu nous livrer à des expériences dans le but de déterminer les quantités d'acide hydrochlorique commercial recueillies dans les bombonnes, mais nous avons dû y renoncer, parce qu'il eût fallu suivre et contrôler avec soin le siphonage, qui dure à peu près toute la journée, et que ces expériences devaient être continuées pendant un temps assez long, afin d'obtenir une moyenne suffisante pour établir ces calculs.

D'après les renseignements qui nous ont été fournis par le directeur de la fabrique, les quantités indiquées dans le tableau ci-dessus, ne comprennent pas la totalité de l'acide recueilli, mais seulement ce qui a été vendu ou livré à la fabrication du chlore, parce qu'on n'a pas tenu compte de l'acide jeté à la rivière, faute de placement.

Toutefois, on nous a en même temps donné l'assurance que tout l'acide recueilli, pendant le mois d'août 1855, avait été livré au commerce, ce qui nous permet de prendre ce rendement pour base de nos calculs.

Or, il résulte des données prises sur le livre de la fabrique, que l'on a décomposé, pendant ce mois d'août, 80,900 kilogrammes de sel et que l'on a recueilli 55,761 kilogrammes d'acide. Soit, pour cent de sel décomposé, 59.05 d'acide hydrochlorique commercial, quantité correspondant, d'après l'analyse, à 18.89 d'acide hydrochlorique pur.

Trois fours étaient en activité et décomposaient, en vingt-quatre heures, 3,000 kilogrammes environ de sel.

Une série d'expériences faites dans le but de juger l'effet du condenseur, a démontré que cet appareil retient, en moyenne, 191 kilogrammes d'acide hydrochlorique pur, en vingt-quatre heures.

Ce qui fait, par 100 de sel brut décomposé, 6.36 d'acide hydrochlorique pur retenu par le condenseur.

On condense donc, dans les bombonnes	18.89
Au condenseur.	6.36
	<hr/>
Total.	25.25

En retranchant la quantité d'acide recueillie de celle que produisent 100 de sel brut et qui a été indiquée plus haut, on trouve que ce qui n'a pas été condensé est égal à 30.19.

Par conséquent, pendant l'exercice 1854 à 1855, l'acide hydrochlorique gazeux qui a échappé à la condensation, correspond à 311,016 mètres cubes; ou 852 mètres cubes par jour.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

Voici la composition du sel employé à Auvelais :

Chlorure de sodium	88.14
— de magnésium.	0.16
Sulfate calcique	1.18
— magnésique	0.76
Matières insolubles	0.34
Eau et perte	9.42
	<hr/>
	100.00

0.059 chlorure sodique que retiennent, en moyenne, 100 parties de sulfate de soude.

102^k.00 sulfate fourni par 100 kilogrammes de sel, d'après la moyenne des années 1852 à 1855.

88^k.00 chlorure sodique décomposé, par 100 kilogrammes de sel brut.

54^k.90 acide hydrochlorique pur formé, — — —

Dans le tableau suivant, se trouvent indiquées les quantités de sel décomposées et d'acide muriatique obtenues, pendant les années 1852 à 1855 :

ANNÉES.	SEL DÉCOMPOSÉ.	ACIDE HYDROCHLORIQUE livré au commerce (a).	ACIDE HYDROCHLORIQUE commercial, pour 100 de sel.	Observations.
	Kilogrammes.	Kilogrammes.		
1852	772,968	170,000	21.9	(a) En nous transmettant les renseignements contenus dans ce tableau, le directeur de la fabrique d'Auvelais déclare que n'ayant pas eu le placement de tout l'acide hydrochlorique, parce que le prix de vente, pendant les années 1852, 1853 et 1854, ne suffisait même pas aux dépenses que nécessitait l'expédition de ce produit, on a dû jeter l'excédant de la production sur la vente, et, par conséquent, on n'a pas tenu un compte exact de cette production.
1853	1,247,312	196,722	15.7	
1854	1,320,384	340,767	35.5	
1855 (jusqu'au 30 novembre).	859,640	955,750	110.9	

D'après une déclaration qui nous a été remise, le 20 septembre 1855, par le directeur de la fabrique d'Auvelais, on a décomposé 639,955 kilogrammes de sel et on a recueilli 696,280 kilogrammes d'acide hydrochlorique commercial, depuis le 1^{er} janvier jusqu'au 30 juin 1855. Ce qui donne, pour 100 de sel décomposé, 108.8 d'acide commercial recueilli.

Cet acide commercial contenant, sur 100 parties, 28 d'acide hydrochlorique pur, 108.8 en contiendront 30.46.

Telle est la quantité d'acide condensée dans les bombonnes. Il nous reste à apprécier l'effet du condenseur.

Il suffit d'examiner cet appareil et de se rappeler ce que nous en avons dit précédemment, pour comprendre qu'il doit produire des résultats insignifiants.

En effet, ce condenseur, qui est en plomb, est troué sur plusieurs points, et dans l'état de vétusté où il se trouve, l'eau en tombant produit, en quelque sorte, l'effet d'une trompe de forge catalane, et entraîne dans son mouvement, l'air extérieur qui, se trouvant ainsi aspiré par les ouvertures, empêche la condensation.

Quoi qu'il en soit, nous avons soumis à l'analyse cinq échantillons des eaux du condenseur, et en prenant la composition moyenne de ces liquides recueillis à diverses époques, nous avons trouvé que 100 kilogrammes renfermaient 9 grammes de gaz acide hydrochlorique.

D'après la moyenne de deux mois de travail, trouvée en se basant sur un tableau qui nous a été fourni, les fours nos 1 et 2 décomposent 2000 kilogrammes environ de sel brut en vingt-quatre heures (1).

La quantité d'eau passant par le condenseur a été considérable, au moment de

(1) Nous avons constaté que, pendant notre séjour à Auvelais, le travail des fours était très-variable. C'est ainsi que les deux fours qui étaient en activité à cette époque, ont décomposé :

Le 19 septembre 1855,	1800	kilogrammes de sel.
— 20 —	1500	—
— 21 —	2400	—
— 22 —	1800	—

C'est à cause de cette circonstance, et afin de nous mettre, autant que possible, dans les conditions d'un travail régulier, que nous avons pris, pour base de nos calculs, des moyennes établies sur des données qui se rapportent à des époques antérieures aux recherches de la commission.

nos expériences. La moyenne de plusieurs observations nous a donné 205,920 litres d'eau en vingt-quatre heures.

En partant de ces données, on trouve que la quantité d'acide hydrochlorique pur arrêtée par le condenseur est de 0.92, pour 100 de sel décomposé.

On condense donc, dans les bombonnes	30.46
Au condenseur.	0.92
Total.	31.38

En retranchant la quantité d'acide hydrochlorique condensée de celle que produisent 100 de sel brut, on trouve que ce qui n'a pas été condensé est égal à 23.52.

Par conséquent, la quantité d'acide hydrochlorique qui a échappé aux moyens de condensation, pendant l'année 1854, équivaut à 221,852 mètres cubes, ce qui fait 607 mètres cubes par jour.

EXAMEN ET APPRÉCIATION DU MODE DE FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE.

Causes de perte. — Nous venons de voir qu'il se dégage de l'acide hydrochlorique, en quantité considérable, pendant la préparation du sulfate de soude.

Cette perte ne se fait pas entièrement par la cheminée, car il est d'autres issues qui contribuent également à laisser dégager dans l'atmosphère des vapeurs acides provenant des différentes parties des appareils.

Parmi ces causes nombreuses et nécessairement variables, nous citerons principalement la déperdition de produits gazeux qui a lieu pendant le siphonage des bombonnes, celle qui se fait accidentellement et lorsque le tirage est contrarié, par les trémies, les ouvertures et les fissures existant aux fours ou aux appareils de condensation.

On conçoit que les pertes que nous venons de signaler, varient sous l'influence de diverses circonstances, dont les plus importantes sont l'état de l'atmosphère et les soins que l'on apporte à réparer ou à remplacer les appareils, quand cela est devenu nécessaire.

Ces émanations n'exercent, en général, leur influence que dans l'intérieur ou à peu de distance des fabriques; celles qui ont lieu par la cheminée doivent surtout être prises en considération, parce qu'elles présentent des inconvénients pour le voisinage.

Défauts des appareils. — Avant de faire connaître le remède qui nous paraît applicable, nous croyons nécessaire de passer rapidement en revue les appareils qui sont actuellement en usage dans les fabriques que nous avons visitées, afin de signaler les défauts que nous y avons reconnus, après un examen attentif.

Dans les fours à sulfate de soude, le gaz acide hydrochlorique, qui prend naissance sur la sole à calciner, est mêlé avec une quantité considérable d'autres gaz provenant de la combustion du charbon ou du coke. En outre, par les ouvertures souvent inutiles ou mal fermées, et aussi, pendant le travail de l'ouvrier, celui-ci prolongeant sans nécessité le temps pendant lequel les portes doivent rester ouvertes, l'air extérieur pénètre en grande quantité dans le four.

Nous avons fait des expériences et des analyses nombreuses dans le but de

connaître la composition moyenne de la matière, au moment où elle est transvasée de la cuvette sur la sole à calciner, et de pouvoir en déduire la quantité de gaz acide hydrochlorique, qui se produit successivement dans les deux compartiments du four.

Les résultats obtenus prouvent que ces quantités varient d'une fabrique à l'autre.

À Moustier, un tiers à peu près de sel marin est décomposé sur la sole à calciner, à Floreffé, un quart environ, et à Risle, les deux neuvièmes. Quant à Auvelais, les opérations ont marché avec tant de lenteur et d'une manière si irrégulière que nous ne pouvons en tirer aucune conclusion.

D'après les chiffres qui nous ont été fournis, on emploie, en moyenne, à Moustier, 120 kilogrammes de houille pour la décomposition du chlorure sodique contenu dans une charge de 300 kilogrammes.

On peut admettre, d'après Pécelet (¹), que la quantité de gaz et de vapeurs produite par la combustion d'un kilogramme de houille moyenne est de 16 mètres cubes à la température de 0° et sous la pression normale de l'atmosphère.

Si l'on calcule la quantité de gaz acide hydrochlorique qui prend naissance sur la sole de calcinage et qui se mêle aux produits de la combustion, on trouve, pour Moustier, qu'un mètre cube de gaz acide hydrochlorique est mêlé avec 38 mètres cubes de gaz étrangers.

À Risle, une charge de 331 kilogrammes de sel brut, exige, pour être décomposée, 153 kilogrammes de houille. Par conséquent, un mètre cube d'acide hydrochlorique gazeux, formé sur la sole à calciner, est mêlé avec 83 mètres cubes d'autres gaz.

Ce mélange d'une quantité considérable des produits gazeux de la combustion avec le gaz acide hydrochlorique, constitue le défaut capital que présentent les fours à sulfate, construits d'après l'ancien système. Nous nous bornons à l'indiquer en ce moment, mais nous en ferons ressortir plus loin les conséquences importantes.

Quant aux moyens de condensation, ils consistent en séries de bombonnes, disposées horizontalement et suivies d'un condenseur où circule de l'eau, quelquefois aussi de la vapeur.

Les bombonnes, *employées aujourd'hui*, ne sont jamais exactement fermées et présentent aussi fréquemment des fissures. C'est ainsi qu'au mois de septembre dernier, nous avons constaté que, dans une fabrique, sur deux cent trois bombonnes, il y en avait quarante-neuf qui étaient fêlées. Elles ont été remplacées pour la plupart, mais là, comme ailleurs, les fermetures laissent beaucoup à désirer.

Dans tous les établissements, à l'exception de Floreffé, ces bombonnes se trouvent en plein air et sont, par conséquent, exposées à toutes les variations de température qu'amènent les différentes saisons, ce qui a pour résultat de produire des fêlures et de diminuer, pendant l'été, les moyens de condensation.

Les bombonnes doivent être vidées chaque jour, quelquefois même plusieurs

(¹) PÉCELET. *Traité de la chaleur*, page 34.

fois en une journée. On doit mettre de l'eau à la place de l'acide que l'on en retire, ou transvaser cet acide, lorsqu'il n'est pas suffisamment concentré. Afin de ne pas trop gêner le passage des gaz, on ne met pas assez d'eau dans chaque bombonne, souvent même, ainsi que nous l'avons constaté à différentes reprises, on n'en met pas du tout, et les produits gazeux ne rencontrent, pour leur condensation, que l'eau dégagée à l'état de vapeur de l'intérieur des fours.

Pendant le remplissage et le siphonage des bombonnes, celles-ci étant en partie vidées, la condensation est nécessairement diminuée.

En admettant que les manipulations qu'exigent les bombonnes s'exécutent avec régularité, elles sont néanmoins longues et pénibles, elles nécessitent un travail continu de la part de plusieurs ouvriers, et de leur négligence ou de leur mauvaise volonté, résultent une condensation insuffisante, et par suite, des inconvénients pour le voisinage.

Les longues séries de bombonnes offrent un obstacle au passage des gaz et contrarient le tirage. Il devient nécessaire alors de donner une hauteur suffisante à la cheminée, ce qui a pour effet de faire passer les gaz avec une plus grande vitesse dans les bombonnes et de rendre leur condensation plus difficile.

On peut signaler un défaut analogue dans tous les appareils de condensation où l'eau marche en sens inverse des gaz. Le tirage est contrarié, les fours refoulent, et les ouvriers, étant gênés par le dégagement de gaz acide, sont tout naturellement portés à rétablir ce tirage, en modérant le plus possible le courant d'eau, ou même quelquefois, en l'arrêtant tout à fait.

Il résulte de ce qui précède que les appareils, qui sont actuellement en usage dans les fabriques de produits chimiques, tant pour la préparation du sulfate de soude que pour la condensation des vapeurs acides qui se dégagent, sont très-défectueux, présentent de nombreux inconvénients et réclament des améliorations importantes.

Pendant le travail dans les fours, par le siphonage et le remplissage des bombonnes, par le grand nombre d'ouvertures fermées imparfaitement ou par des fissures accidentelles, l'air pénètre continuellement dans les appareils et vient se mêler aux produits gazeux se produisant dans la fabrication du sulfate.

Les moyens de condensation exigent une surveillance qui, en la supposant active et incessante, ne parviendrait même pas à faire disparaître tout sujet de plaintes; ils laissent aussi une trop large part à la bonne volonté de l'ouvrier pour qu'il ne soit pas à craindre que, si celui-ci cherche à se soustraire à ses obligations, il n'en résulte des inconvénients graves.

Moyens à employer pour obvier aux inconvénients. — Après ces détails préliminaires, examinons les moyens d'empêcher le dégagement au dehors des vapeurs acides provenant de la fabrication du sulfate de soude. Le seul sans contredit, c'est d'arriver à produire une condensation aussi complète que possible du gaz acide hydrochlorique, résultat que l'on ne peut espérer d'atteindre, croyons-nous, avec le système de fours à sulfate qui est le plus généralement en usage aujourd'hui.

Le mélange du gaz acide hydrochlorique, d'une part, avec les produits de la combustion, de l'autre, avec l'air pénétrant dans les appareils, ne permet pas une condensation satisfaisante et complète.

Il y a donc là mélange de plusieurs gaz, dont l'un, l'acide hydrochlorique, est très-soluble, tandis que les autres sont à peine solubles. Ces derniers se composent d'air, d'acide et d'oxyde carboniques, d'azote, etc.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les gaz étrangers mêlés au gaz acide hydrochlorique, sont, pour Moustier, en quantité cinquante-huit fois, et pour Risle, quatre-vingt-cinq fois plus considérable que ce dernier.

Les phénomènes qui se passent dans cette circonstance sont parfaitement connus : la science et l'expérience sont d'accord pour donner à cet égard une explication satisfaisante, et applicable au cas qui nous occupe.

« Lorsqu'on agite, dit Berzelius ⁽¹⁾, de l'eau chargée d'un gaz avec un autre » gaz pour lequel le premier n'a pas d'affinité, le nouveau gaz chasse une partie » de celui qu'elle contenait déjà. La quantité de gaz qui se trouve expulsée de » cette manière, varie suivant sa solubilité dans l'eau. *Un gaz peu soluble dégage » une grande quantité de gaz très-soluble.*

» La capacité de l'eau pour un mélange gazeux repose uniquement sur le degré » de solubilité des gaz dans l'eau, et sur la proportion dans laquelle ils sont mêlés » avant d'entrer en contact avec sa surface. »

En consultant l'opinion des fabricants, on reconnaît que plusieurs d'entre eux ont constaté par expérience l'imperfection des fours qui sont encore généralement employés. Un homme possédant une longue pratique dans la fabrication des produits chimiques, M. Henroz, directeur de l'établissement de Floresse, s'exprime de la manière suivante, dans un Mémoire descriptif des perfectionnements qu'il a apportés au procédé de condensation, breveté en sa faveur, le 24 juillet 1852 :

« La diffusion des gaz solubles dans un grand volume de gaz peu ou pas solu- » ble, empêche dans la pratique d'obtenir une condensation parfaite des premiers. » C'est ainsi, notamment, que le gaz acide chlorhydrique produit dans la décom- » position du sel marin par l'acide sulfurique dans les fours à sulfate de soude » dits *bastrinques*, se trouvant mélangé avec les gaz qui proviennent de la com- » bustion du charbon ou du coke, est rendu presque incondensable.

» Le gaz chlorhydrique, qui se dégage sur la sole à calciner, se trouvant en » contact immédiat avec les gaz de la combustion, arrive, si je puis m'exprimer » ainsi, dans une enveloppe de gaz insoluble, soit par l'intermédiaire de ballons » de condensation, soit par des canaux où coule de l'eau, soit par d'autres appa- » reils de condensation, arrive, dis-je, très-imparfaitement condensé, au pied de » la cheminée pour, de là, passer dans l'atmosphère. »

Dans l'enquête à laquelle s'est livrée la commission, et dont le procès-verbal est annexé au présent rapport, les directeurs des quatre fabriques de produits chimiques ont été interrogés sur la possibilité de condenser l'acide hydrochlorique, lorsqu'il est mêlé aux produits de la combustion.

Trois d'entre eux ont répondu que, dans leur opinion et d'après leur propre expérience, cette condensation leur paraissait difficile.

En outre, l'un de ces directeurs a déclaré, le 6 septembre 1855, que l'année

(1) *Traité de chimie*, 2^e édition, tome 1^{er}, page 422.

dernière, vers le mois d'août, il avait monté un appareil à colonnes pour condenser les gaz du calcinage, qu'il avait dû l'abandonner, après avoir reconnu qu'il était sans effet. Il attribuait cet insuccès au mélange des gaz étrangers.

Le même directeur disait aussi qu'il avait remarqué que, quand les bombones ne sont pas bien lutées et qu'il s'établit des fissures par lesquelles l'air est aspiré, le rendement en acide est diminué de beaucoup. Enfin, il ajoutait qu'il avait constaté que le plomb de son appareil de condensation s'étant corrodé, l'air y pénétrait et le gaz n'était plus parfaitement condensé.

La commission a particulièrement porté son attention sur les différents systèmes d'appareils et a comparé les anciens fours avec ceux qui sont construits de manière à séparer les produits de la combustion du gaz acide hydrochlorique formé pendant le calcinage.

Cette comparaison n'a pu se faire que dans des conditions assez défavorables, car les fours employés à Floreffe et à Risle, laissent encore à désirer et présentent une partie des défauts qui existent dans les anciens appareils. Néanmoins, malgré ces imperfections qu'il est possible de faire disparaître, les fours à double voûte condensent une proportion plus considérable de gaz acide hydrochlorique.

Les chiffres que nous avons cités précédemment ne peuvent laisser aucun doute sur la supériorité que présente le four de Floreffe sur ceux de l'ancien système. A Risle, nous avons vu fonctionner un nouveau four à côté des anciens, et des expériences continuées pendant neuf jours, du 24 septembre au 2 octobre 1855, ont démontré que, tandis que chacun des anciens fours condensait, en moyenne, pour 100 de sel, 65 d'acide hydrochlorique, le four à double voûte donnait, pour la même quantité de sel, 92 d'acide commercial.

Nous devons répéter que ces résultats seraient beaucoup plus concluants, si ces fours du nouveau système étaient mieux construits et si l'on y apportait les modifications qu'ils réclament.

Il résulte des renseignements qui ont été fournis à l'un de nous par le directeur de l'usine de Saint-Gilles, qu'un four à double voûte, du 1^{er} janvier au 25 mai 1855, avait décomposé 271,800 kilogrammes de sel et donné 510,580 kilogrammes d'acide hydrochlorique commercial, marquant 20° au moins, ce qui correspond, pour 100 de sel, à 187 d'acide.

Nous n'avons pas perdu de vue, dans l'étude comparative que nous avons faite de la marche des deux systèmes de fours, la qualité du sulfate obtenu par les uns et par les autres. Il résulte de nos observations, ainsi que de celles qui nous ont été communiquées par les fabricants, que le produit est aussi beau, aussi convenable pour les usages auxquels on le destine, que celui qui est préparé dans les anciens fours.

A Risle, on nous a dit que l'on dépensait moins de combustible. A Floreffe, le nouveau four en exige un peu plus que les anciens, et le prix de revient des 100 kilogrammes de sulfate est augmenté d'environ 30 centimes.

Voici d'ailleurs, à cet égard, des renseignements qui ont été adressés à la commission par M. Drion, fabricant de produits chimiques à Aniche, près de Valenciennes, dans une lettre en date du 15 novembre 1855 :

« Nous avons adopté le même système de fours à sulfate que celui employé à

» la fabrique de Saint-Gilles, et nous nous en trouvons très-bien sous tous les
 » rapports. Quant à la qualité du sulfate, nous avons fait dans notre verrerie des
 » essais comparatifs avec celui de Saint-Gobain, réputé le meilleur, et nous
 » n'avons trouvé aucune différence. Nos opérations sont de 550 kilogrammes de
 » sel, elles restent quatre à cinq heures dans la cuvette; le calcinage se fait en
 » trois heures facilement. Un four nous a donné jusqu'à 60,000 kilogrammes en
 » un mois. Nous avons ce mois-là usé 33 p. % de charbon. Quant à la question
 » d'acide muriatique, qui est la principale, il y a une différence du tout au tout
 » avec l'ancien système. Le premier mois nous a donné 183 p. % à 21°, et je sais
 » qu'à Saint-Gilles, on obtient le même résultat; depuis, nous avons eu, en
 » moyenne, 140 p. %, c'est trop faible et cela tient à ce que nos chutes d'eau ont
 » souvent manqué.

» La principale question pour l'acide est que la distribution d'eau se fasse tou-
 » jours régulièrement de façon à avoir dans les colonnes du bout 5° seulement, et
 » je crois qu'à ce degré-là il n'y a aucun inconvénient. »

Nous ne nous dissimulons pas que, lorsque tous les établissements recueilleront leur acide, celui-ci retombera à un prix très-bas, car ses usages ne sont pas en rapport avec les quantités qui seront nécessairement produites. Mais il est possible d'en tirer parti en fabriquant du chlorure de chaux pour l'exportation, comme cela a lieu dans d'autres pays, et comme le fait déjà en Belgique la fabrique de Saint-Gilles.

Il est incontestable que les fabricants de produits chimiques sont intéressés à recueillir l'acide hydrochlorique le plus complètement possible, parce qu'en le laissant échapper dans l'atmosphère, ils s'exposent aux réclamations du voisinage et à des demandes d'indemnités.

Une objection que l'on pourrait peut-être faire, c'est que les fours à double voûte, au bout d'un certain temps, venant à présenter des fissures, se trouveraient placés de nouveau dans les conditions défavorables qui existent pour les anciens fours. Sans doute, tous les appareils sont exposés à se détériorer par l'usage, et cet effet se produira d'autant plus facilement qu'on aura apporté moins de soins dans le choix des matériaux et dans les détails de la construction; mais il est permis de supposer que les industriels sauront immédiatement trouver les moyens de remédier à cet inconvénient, auquel le système employé à Risle nous paraît déjà obvier en grande partie. D'ailleurs, cette objection perd complètement de sa valeur, au point de vue des émanations qui résulteraient pour le voisinage de la marche des fours détériorés, si l'on a soin d'établir une surveillance qui permette de faire arrêter immédiatement un four en mauvais état ou dont la construction laisserait à désirer.

Nous devons dire quelques mots du procédé de condensation employé à l'usine de Saint-Roch-lez-Amiens. La commission regrette de n'avoir pu l'apprécier et elle n'en a connaissance que par le travail publié par M. de Marsilly, ingénieur des mines (1).

Ce procédé, qui consiste dans l'emploi de la chaux pour absorber les vapeurs

(1) *Annales des mines*, 3^e série, tome VI, page 100.

acides, nous paraît entaché d'un vice radical, c'est de ne pas rendre indépendant le tirage du four. Les ouvriers sont payés d'après les quantités de sulfate qu'ils fabriquent; indépendamment de la gêne qu'ils éprouvent, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, ils ont donc un intérêt direct à ce que le four marche vite et bien. et lorsqu'un obstacle quelconque vient contrarier le tirage, leur première idée est de se débarrasser des moyens de condensation. Le système proposé par M. de Marsilly nous paraît présenter cet inconvénient et nous avons déjà fait ressortir les dangers qui peuvent exister pour le voisinage, lorsque l'exécution complète et régulière des prescriptions imposées par l'autorité est abandonnée à la merci des ouvriers.

Ajoutons que l'emploi de la chaux constituera un embarras et aussi une dépense, minime il est vrai, mais à laquelle les industriels pourraient bien chercher à se soustraire.

Au surplus, nous avons fait des expériences dans les fabriques dans le but d'apprécier l'effet de la chaux pour la condensation des vapeurs acides. Nous avons remarqué, à Floresse, que quand la chaux, qui se trouve dans le réservoir placé au haut de l'appareil de condensation n'est pas agitée, l'eau qui s'écoule n'est pas alcaline et n'agit pas sur le tournesol légèrement rougi, ce qu'il faut attribuer à la faible solubilité de la chaux et à la rapidité de la marche du liquide.

Quand, au contraire, la chaux a été agitée dans le réservoir qui la contient, opération que nous avons fait exécuter à la main par un ouvrier, le liquide qui s'écoule est laiteux et alcalin, ce qui n'empêche pas les vapeurs acides de s'échapper du condenseur par le canal communiquant avec la cheminée, ainsi que le prouve l'expérience suivante, faite le 1^{er} octobre, dans l'établissement ci-dessus indiqué :

Nous avons fait agiter continuellement de la chaux placée dans le réservoir du condenseur, et après avoir laissé sortir de la colonne, pendant quelques minutes, le liquide qui était trouble et alcalin, nous avons aspiré du canal les gaz qui avaient traversé le condenseur, ils étaient acides au tournesol et précipitaient le nitrate d'argent. Ce résultat a été constaté à plusieurs reprises, pendant la durée de cette expérience, qui a été de trente-huit minutes.

Dans l'enquête faite par la commission, on a demandé aux fabricants ce qu'ils pensaient d'un moyen de condensation qui consisterait à absorber les vapeurs acides par la chaux ou le calcaire. Le directeur de l'établissement de Moustier a répondu que ce moyen avait été expérimenté à Védrin, et qu'il n'avait pas réussi; il a ajouté qu'il faudrait des quantités considérables de calcaire et qu'il serait très-difficile de nettoyer les canaux ou les appareils qui renfermeraient cette substance.

De son côté, le directeur de Risle a confirmé l'assertion précédente et a déclaré qu'il avait abandonné ce procédé, « parce qu'il demandait une main-d'œuvre » considérable et qu'on retirait difficilement du canal le résidu du calcaire. »

Après les réflexions qui précèdent, nous croyons pouvoir nous dispenser d'examiner avec détails le procédé de condensation, proposé le 10 décembre 1853, par MM. Tissier frères, dans un travail adressé à l'Académie des sciences de Paris (1). « Ce moyen consiste essentiellement, disent les auteurs, à interposer

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome 41, page 1045.

» entre la trainée principale et la grande cheminée de l'usine, une espèce de four
 » à chaux, chauffé par un foyer contigu et dans lequel se rendent, grâce au
 » tirage de la cheminée, d'un côté les vapeurs de l'usine, de l'autre, la flamme
 » du foyer destiné à chauffer le calcaire, dont sera rempli le four, et auquel une
 » certaine température est nécessaire pour que l'absorption des gaz acides soit
 » complète. »

La commission croit inutile de développer plus longuement les motifs qui l'ont conduite à adopter les conclusions auxquelles elle s'est arrêtée. Si, d'un côté, il importe de laisser à l'industriel le choix des appareils dont il fait usage, de l'autre, il est du devoir de l'autorité d'exiger que ces appareils se trouvent dans des conditions favorables et présentent toutes les garanties désirables, dans l'intérêt de la santé publique et de la propriété.

On ne peut hésiter à proscrire l'emploi de tout système de fabrication qui expose le voisinage aux émanations nuisibles que répandent dans l'atmosphère les établissements de produits chimiques.

C'est pourquoi la commission croit devoir réclamer l'interdiction de tous les fours à sulfate dans lesquels les vapeurs acides se mêlent aux produits du foyer.

Sous ce rapport, sa conviction est unanime et profonde. Après une étude longue et attentive des différents moyens d'arriver à la solution du problème qui lui était posé, elle est d'avis que les mesures qu'elle propose, *appliquées dans leur ensemble*, sont de nature à apporter un remède aux inconvénients sérieux que produisent les fabriques de produits chimiques.

La commission se borne à indiquer le principe qui doit servir à la construction des fours, elle veut laisser aux industriels toute latitude dans l'application de ce principe, ainsi que dans le choix et les dispositions du système auquel ils donneront la préférence. La commission n'ignore pas que des brevets ont été accordés en Belgique, pour des appareils de ce genre (¹), elle veut et doit rester complètement étrangère à toute question d'intérêt privé.

En ce qui concerne les appareils de condensation, tout en laissant aux industriels, pour les motifs qui viennent d'être indiqués, le soin d'adopter une disposition convenable de ces appareils, la commission croit devoir signaler à leur attention un système de colonnes en pierre de grès, en briques de grès cérame ou autres matériaux inattaquables par l'acide hydrochlorique, disposées les unes à la suite des autres en nombre suffisant et en rapport avec l'importance de la fabrication. Des jets de vapeur arriveraient dans les colonnes où le courant gazeux serait ascendant, et une pluie d'eau dans celles où ce courant serait descendant. A l'exception de la première colonne entièrement vide, les autres seraient remplies de gros fragments de coke, ou présenteraient toute autre disposition propre à diviser l'eau et à multiplier les points de contact.

Pour amener l'acide à degré, on pourrait disposer en gradins, à la suite des

(¹) M. E. Van der Elst et M. H. Henroz ont obtenu, le premier, un brevet d'importation de quinze années, le 22 juillet 1851, pour un four à double voûte, et le second, un brevet d'invention de douze années, le 26 février 1852, pour un four du même système.

colonnes, quelques bombonnes dans lesquelles l'eau servant à la condensation coulerait de l'une à l'autre, par des tuyaux adaptés à leur panse, à peu près au tiers de la hauteur.

Enfin, cet appareil se terminerait par des colonnes, également en nombre suffisant et dont la disposition serait analogue à l'appareil pour lequel MM. Hedley et Rodman ont été brevetés, en Angleterre, en 1843, et que l'un de nous, M. Chandclon, a signalé au Gouvernement, le 17 mars 1847.

Par ce système, le siphonage et le remplissage des bombonnes, dont nous avons indiqué tous les inconvénients, seraient supprimés; l'appareil fonctionnerait de lui-même et sans réclamer le concours de l'ouvrier.

Nous croyons qu'il convient de n'employer que le nombre de bombonnes strictement nécessaire pour amener l'acide à degré, qu'il importe de les maintenir constamment en bon état, de les abriter contre les intempéries de l'air et de les remplacer immédiatement, lorsqu'il viendrait à s'y former des fissures.

Les coudes destinés à mettre ces bombonnes en communication les unes avec les autres, devraient être lutés avec un mastic de bitume ou de l'asphalte artificiel. On pourrait aussi employer dans ce but, des tuyaux en caoutchouc vulcanisé, ainsi que l'indique M. Payen, dans son précis de chimie industrielle.

Nous ne croyons pas nécessaire de développer les conclusions relatives aux moyens de contrôle et de surveillance qu'il importe d'organiser à l'égard des fabriques de produits chimiques. C'est le complément indispensable des prescriptions qui doivent être imposées à ce genre de fabrication, et sans lequel il est impossible d'obtenir des résultats complets et efficaces.



CHAPITRE VI.

EXAMEN DES PRODUITS QUI S'ÉCHAPPENT DES CHEMINÉES.

Dans la description et l'appréciation des procédés de fabrication, on a déterminé les quantités de gaz acide qui se perdent dans l'atmosphère; néanmoins la commission a cru indispensable de se livrer à des recherches directes sur la composition des fumées qui s'échappent des grandes cheminées des usines.

Composition des fumées. — Les analyses et les expériences auxquelles elle s'est livrée ont démontré :

1° Que les appareils de condensation annexés aux fours à sulfate laissent dégager de l'acide hydrochlorique et qu'une notable quantité de bi-sulfate de soude est entraînée par le courant des produits de la combustion, lorsque, par suite de la disposition des appareils, il passe sur la masse en réaction ;

2° Que la fumée blanche que répand le sulfate de soude au moment où on le retire de la calcine, est composée d'acide sulfurique anhydre, de bi-sulfate de soude et parfois d'acide hydrochlorique, lorsque l'opération du calcinage n'a pas été convenablement conduite;

3° Que les émanations des fours à soude brute, à évaporer les lessives, à carbonater le sel, à le sécher, contiennent principalement de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, et en outre, de petites quantités d'acide sulfureux et d'ammoniaque; cette dernière provient de la distillation d'une partie de la houille employée; l'acide sulfureux est le résultat de la combustion de la pyrite que renferme la houille et aussi de la décomposition du bi-sulfate de soude que le sulfate employé retient en faible proportion ;

4° Que les chambres de plomb laissent dégager de l'azote, de l'oxygène, de l'acide sulfureux, de l'acide sulfurique entraîné mécaniquement, et, parfois, mais rarement, des vapeurs rutilantes;

5° Enfin, que les traces d'ammoniaque que contiennent les gaz sortant des fours à soude, ne neutralisent qu'une quantité presque insignifiante des acides qui s'échappent des autres appareils. Le raisonnement faisait entrevoir ce résultat; mais il était nécessaire de le démontrer, afin de convaincre les fabricants qui semblent admettre que les émanations des fours à soude saturer, par l'ammoniaque

qu'elles renferment, les gaz acides qu'elles rencontrent dans les conduits qui aboutissent à la cheminée.

Les fumées qui s'échappent des grandes cheminées sont donc un mélange d'acide hydrochlorique, d'acide sulfureux, d'acide sulfurique entraîné mécaniquement, de traces de bi-sulfate de soude et de sulfate d'ammoniaque délayé dans un volume très-considérable de gaz produit par la combustion de la houille, et de vapeur aqueuse fournie par les fours à évaporer les lessives de soude brute, à carbonater et à sécher le sel.

Ce mélange, dans lequel les gaz acides n'entrent, relativement, qu'en petite quantité, comme nous allons le démontrer, constitue ces torrents de fumée qui, soumis aux variations de la température, de l'état hygrométrique et de l'agitation de l'air, tantôt s'étendent à de très-grandes distances et tantôt rabattus par les vents tombent sur le sol dans un rayon assez rapproché de l'usine.

Les planches XV et XVI montrent mieux que ne pourrait le faire la description la plus détaillée, les variations que présente la marche des courants de fumée.

Acide hydrochlorique contenu dans les fumées. — Les analyses faites en vue de déterminer la quantité d'acide hydrochlorique libre, contenu dans les fumées de la grande cheminée, ont donné, dans les différentes usines, des résultats variables qui s'expliquent par la différence dans le nombre et la disposition des appareils qui fonctionnaient, lors de nos visites.

100 litres de gaz pris dans la grande cheminée contenaient, ramenés à la température de 0°, les quantités suivantes de gaz acide hydrochlorique :

A Risle,	le 12 novembre, à 9 heures du matin,	530	centimètres cubes;
Ibid.	— — à 11 heures —	380	—
A Floreffe,	le 11 —	80	—
A Moustier,	le 18 septembre	220	—
A Auvelais,	le 22 —	510	—
Ibid.	le 12 novembre	410	—
Ibid.	— — à une autre heure . .	452	—

En faisant la prise de gaz, la commission a reconnu qu'une grande quantité d'acide hydrochlorique se condense avec la vapeur d'eau sur les parois intérieures des tubes plongeant dans les canaux : de sorte qu'on commettrait une grave erreur si l'on ne dosait que la quantité de cet acide qui arrive dans la partie de l'appareil destiné à la fixer et si l'on négligeait celle qui se dépose dans les tubes conducteurs.

Les calculs qui vont suivre donnent, pour chaque établissement, la composition approximative des fumées lancées au dehors par la grande cheminée.

FABRIQUE DE RISLE.

Dans cet établissement la grande cheminée reçoit :

1° Les gaz provenant de la combustion de la houille dans les foyers du four à dalles de la chambre n° 2, du générateur à vapeur de la chambre n° 1, d'une partie des appareils pour la concentration à 60° et à 66°, des fours à sulfate, et enfin des fours à soude ;

2° Les gaz acides sortant des chambres et des appareils de condensation annexés aux fours à sulfate ;

3° Les composés gazeux qui se produisent dans les fours à soude.

Les produits de la combustion des autres foyers de la soudière et les vapeurs aqueuses des fours à évaporer les lessives de soude brute, à carbonater et à sécher le sel, se rendent dans une cheminée plus petite adjacente à la grande.

Cet établissement a brûlé, pendant les dix premiers mois de 1855 :

Pour la fabrication de l'acide sulfurique	. . .	818,040	kilogrammes de houille.
— du sulfate de soude.	. . .	580,860	—
— de la soude brute	. . .	1,359,430	—
Total	. . .	<u>2,758,330</u>	

Soit, en moyenne, par jour, 9073 kilogrammes de houille brûlée.

En admettant que le volume de gaz produit par la combustion d'un kilogramme de houille soit de 16 mètres cubes ramenés à 0°, on aura pour la houille brûlée en vingt-quatre heures, 145,168 mètres cubes de produits aériformes.

On a vu page 54, que la quantité du gaz qui s'échappe d'un appareil à fabriquer l'acide sulfurique est de 81^{lit.}.73 par seconde et à la température de 23° c. Ramené à 0°, ce volume se réduit à 78^{lit.}.36, et l'on a ainsi par jour 6511 mètres cubes. Or, les trois appareils ayant fait, pendant les dix mois, 743 journées de travail, ont perdu 4,837,673 mètres cubes de gaz qui, répartis entre les 304 jours que contiennent les dix mois, donnent une moyenne de 15,913 mètres cubes.

On a vu aussi page 57, que la quantité moyenne de gaz hydrochlorique perdue en vingt-quatre heures, est de 852 mètres cubes à la température de 0°.

Enfin, le calcaire employé journellement à la préparation de la soude brute, ayant été, en moyenne, de 3814 kilogrammes dont 709 kilogrammes environ sont restés dans la soude brute (1), on trouve que la quantité d'acide carbonique dégagé des 3105 kilogrammes de calcaire décomposé et supposé pur s'élève à 691 mètres cubes à la température de 0°.

En résumé, il arriverait en vingt-quatre heures dans la grande cheminée :

1° Gaz provenant de la combustion de la houille.	. . .	145,168	mètres cubes.
2° Gaz des chambres	{ oxygène et azote.	15,721	—
	{ acide sulfureux	192	—
3° Acide hydrochlorique.	852	—
4° Acide carbonique fourni par le calcaire décomposé dans le four à soude.	691	—
Total	<u>162,624</u>	—

D'où il résulte qu'un mètre cube de fumée contiendrait en moyenne :

5^{lit.}.23 d'acide hydrochlorique.

1^{lit.}.18 d'acide sulfureux.

(1) La production moyenne de soude brute étant de 5914 kilogrammes et la soude brute retenant 12 p. % environ de calcaire non décomposé.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

La grande cheminée reçoit :

1° Les produits gazeux de la houille brûlée, provenant du petit four à dalles, des foyers des chaudières à concentrer l'acide sulfurique à 60°, de deux fours à concentrer à 66° et enfin de tous les foyers de la glacerie ;

2° Les gaz des chambres de plomb ;

3° L'acide hydrochlorique qui a échappé à l'appareil condenseur.

Une cheminée plus petite, placée au centre de la fabrique des produits chimiques, reçoit les fumées des foyers des générateurs à vapeur, du grand four à dalles, de deux fours à concentrer à 66°, des fours à sulfate, de ceux de la soudière, et, en outre, les vapeurs aqueuses des fours à évaporer.

On a brûlé, pendant les dix premiers mois de l'année 1855 :

Dans les foyers de la glacerie	2,466,379	kilogrammes de houille.
Dans le petit four à dalles, environ	147,000	—
Dans les appareils de concentration, environ	152,000	—
Total	<u>2,765,379</u>	

Soit, en moyenne, par jour, 9,096 kilogrammes, qui ont dû développer 145,536 mètres cubes de gaz et de vapeur à 0°.

La quantité moyenne des produits gazeux qui s'échappent d'un appareil à fabriquer l'acide sulfurique, étant de 11,333 mètres cubes par jour, et les trois appareils ayant fait ensemble 542 journées de travail, il est sorti des chambres 6,142,486 mètres cubes de gaz, soit par jour, 20,205 mètres cubes.

On a vu page 58, que le volume d'acide hydrochlorique, perdu par jour, est, en moyenne, de 144 mètres cubes.

D'après ces données, les fumées de la grande cheminée de cet établissement, étant composées de :

1° Gaz et vapeur de la combustion de la houille	145,536
2° Gaz des chambres	{ oxygène et azote 20,129
	{ acide sulfureux 76
3° Acide hydrochlorique	144
Total	<u>165,885</u>

Un mètre cube contiendra, en moyenne :

0^m.86 d'acide hydrochlorique.

0^m.45 d'acide sulfureux.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

Les produits aériformes qui se rendent dans la grande cheminée, sont :

1° Les gaz produits par la combustion de la houille dans tous les fours de l'établissement, à l'exception des fours à concentrer à 66° et à fabriquer le chlore ;

2° Les gaz sortant des chambres ;

- 3° L'acide hydrochlorique qui a échappé au condenseur ;
 4° L'acide carbonique du calcaire décomposé dans le four à soude brute ;
 5° Enfin la vapeur aqueuse provenant des fours à évaporer les lessives de soude brute, à carbonater et à sécher le sel.

On a brûlé, pendant les dix premiers mois de 1855, savoir :

Pour la fabrication de l'acide sulfurique .	562,654 kilogrammes de houille.	
— du sulfate de soude .	378,175	—
— de la soude brute . .	1,172,450	—
— du sel et des cristaux de soude	1,520,600	—
Total	<u>3,833,857</u>	

La quantité moyenne de houille brûlée par jour est donc de 12,611 kilogrammes, qui ont produit 201,776 mètres cubes de gaz à la température de 0°.

Le volume de gaz perdu par un appareil à fabriquer l'acide sulfurique étant en une seconde de 53^{lit.}.029 à 0°, ou par jour de 4,584 mètres cubes, et les deux appareils ayant fait ensemble 503 journées de travail, on trouve qu'il s'est dégagé, pendant ce temps, 2,313,403 mètres cubes qui, répartis entre 304 jours, donnent une moyenne de 7609 mètres cubes.

On a vu page 60, que la quantité d'acide hydrochlorique perdu en 24 heures s'élève à 852 mètres cubes.

On a employé, par jour, à la fabrication de la soude brute, 3,387 kilogrammes de calcaire, dont 2774 kilogrammes ayant été décomposés, ont produit 617 mètres cubes de gaz acide carbonique.

Enfin il résulte de nos expériences que, pour fabriquer 100 kilogrammes de sel de soude, on doit vaporiser, en moyenne, 428 kilogrammes d'eau, savoir :

Au four à évaporer la lessive brute	296 kilogrammes.
— à carbonater	58 —
— à sécher	33 —
Total	<u>387 —</u>

Or, comme pendant les dix premiers mois de 1855, on a fabriqué 606,796 kilogrammes de sel de soude, on a dû conséquemment volatiliser 2,348,300 kilogrammes d'eau, soit en moyenne, par jour, 7724 kilogrammes, correspondant à 9500 mètres cubes de vapeur ramenés fictivement à 0°.

En résumé, la composition des fumées de la grande cheminée serait :

1° Gaz et vapeur fournis par la combustion de la houille.	201,776 mètres cubes.
2° Gaz des chambres	{ oxygène et azote 7,513 — acide sulfureux 96 —
3° Acide hydrochlorique	
4° Acide carbonique du calcaire.	617 —
5° Vapeurs aqueuses	9,500 —
Total	<u>220,354 —</u>

Dans un mètre cube de ces fumées il y aurait donc :

3^{lit.}.86 d'acide hydrochlorique.

0^{lit.}.43 d'acide sulfureux.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

La grande cheminée de cet établissement reçoit :

1° Les produits de la combustion de la houille dans les appareils à concentrer l'acide sulfurique à 60° et à 66°, dans les fours à sulfate et ceux de la soudière, les fours à sécher le sel exceptés ;

2° Le gaz des chambres de plomb ;

3° L'acide hydrochlorique échappé à la condensation.

Une petite cheminée en tôle reçoit les gaz que donne la houille brûlée dans le four à dalles et dans les foyers des générateurs à vapeur.

Comme la soudière et les chambres de plomb chômaient à l'époque où nous avons fait nos expériences, nous n'avons pu recueillir les renseignements nécessaires pour établir la composition moyenne des gaz qui échappent par la grande cheminée. Toutefois, voici nos calculs en ce qui concerne les appareils en activité lors de notre visite du 22 septembre, savoir les fours doubles à sulfate n° 1 et 2, et les chaudières pour la concentration à 60° :

Chaque four double consommant en 24 heures 575 kilogrammes de charbon, la quantité brûlée par les deux fours est donc de . . .	1,150	—	—
et leur concentration à 60° dépensant journallement.	690	—	—
		<u> </u>	
on a . . .	1,840	—	—

Cette quantité a fourni 29,440 mètres cubes de gaz et de vapeur.

100 kilogrammes de sel brut donnant lieu à un dégagement de 14 mètres cubes de gaz hydrochlorique, et le 22 septembre les deux fours ayant décomposé 1,800 kilogrammes de sel, on a 252 mètres cubes d'acide hydrochlorique. D'où il résulterait que dans un mètre cube de fumée, il y en a 8^{lit.}.48.

On voit par le tableau suivant que les quantités d'acide hydrochlorique que le calcul indique devoir se trouver dans les fumées des grandes cheminées, sont supérieures à celles que l'analyse a fait découvrir.

ACIDE HYDROCHLORIQUE contenu dans un mètre cube de fumée		
	d'après le calcul.	d'après l'analyse.
	Litres.	Litres.
Auvelais	8.48	5.10
Risle	5.25	3.55
Moustier	3.86	2.20
Floreffe	0.86	0.80

Il est facile de s'expliquer cette différence. D'une part, la quantité d'acide hydrochlorique que nous avons portée en compte est trop forte, puisqu'elle représente non-seulement la perte qui s'est faite par la cheminée, mais encore celle qui a eu lieu par les portes et crevasses des fours, par le siphonage des bombes, etc., etc, et, d'autre part, parce qu'il arrive dans les canaux aboutissant à la grande cheminée une forte quantité d'air appelé soit par les ouvertures des fours en chômage qui sont très-souvent mal fermées, soit par les joints des appareils mal lutés, soit enfin par les canaux qui communiquent avec les caves des fours à grille. Il nous a été impossible de tenir compte du volume d'air qui vient ainsi s'ajouter à celui des fumées; nos calculs ne peuvent être conséquemment qu'approximatifs. C'est pour la même raison que nous avons cru pouvoir négliger la vapeur d'eau qu'entraînent les gaz chauds en traversant le condenseur, l'acide carbonique, l'eau et le charbon que relie la soude brute, ainsi que l'oxyde de carbone échappé à la combustion pendant la fabrication de cet alcali.

Inconvénients des hautes cheminées. — La commission a remarqué, pendant son séjour dans les fabriques, que les hautes cheminées contrarient les moyens d'absorption en déterminant un appel trop énergique. Elles permettent aussi aux industriels d'apporter moins de soins à la construction et à la conduite des appareils, en lançant au dehors les émanations qui exercent leurs effets sur les habitants des fabriques, lorsque les opérations ne sont pas convenablement dirigées, ou lorsque les appareils sont dégradés. S'il est vrai que les hautes cheminées délayent dans un grand volume d'air les vapeurs acides avant que celles-ci retombent sur le sol, il n'est pas moins vrai, comme M. Kuhlmann l'a fait observer judicieusement ⁽¹⁾, que par un temps humide, ces vapeurs descendent très-vite et exercent alors leur action nuisible; en outre, en élevant les cheminées on court le risque d'étendre sur un rayon plus grand les inconvénients qui, sans cette circonstance, n'atteindraient qu'un espace restreint.

Les hautes cheminées sont donc plutôt nuisibles qu'utiles, et la commission est unanimement d'avis que le Gouvernement ne doit plus tolérer qu'elles soient mises en communication avec les appareils de condensation.

(1) *Annales des mines*. 1855, tome VI, p. 409.

CHAPITRE VII.

FABRICATION DE LA SOUDE. — ÉMANATIONS ET INCONVÉNIENTS DES MARCS DE SOUDE.

FABRICATION DE LA SOUDE.

La fabrication de la soude se fait en soumettant à l'action du feu, sur la sole d'un four à réverbère, dit *four à soude*, un mélange formé de sulfate de soude, de calcaire et de charbon.

Ce mélange est étendu aussi uniformément que possible sur la sole, et, après quatre ou cinq heures de calcination, pendant laquelle on remue de temps en temps la matière, celle-ci est retirée du four et reçue dans de petits chariots en tôle, où on la laisse refroidir.

Après son refroidissement, le produit obtenu, auquel on donne le nom de *soude brute*, se présente sous forme de pains à peu près carrés qui, au moment de leur fabrication sont très-durs, mais qui deviennent friables par leur exposition à l'air humide.

On concasse alors la soude brute et on la soumet à un lessivage méthodique qui se fait dans des paniers en tôle percés de trous, que l'on place dans des réservoirs également en tôle et disposés en gradins.

La soude brute est introduite dans les paniers qui se trouvent à la partie inférieure et que l'on avance successivement jusqu'à ce qu'ils soient arrivés au-dessus du plan incliné : le lessivage est alors complètement effectué.

Le résidu de ce lessivage porte le nom de *marc de soude*.

D'après les renseignements qui nous ont été fournis dans les différentes fabriques, on obtient, en moyenne, par le lessivage de 100 de soude brute, 58 à 60 de *marc de soude*.

Après avoir laissé déposer pendant quelque temps la lessive obtenue, on l'évapore dans un four à réverbère dit à évaporer, dont la sole est formée par une chaudière en tôle.

Le sel obtenu par l'évaporation est placé dans un four dit à *carbonater* où il reste de quatre à six heures.

La matière est ensuite traitée par l'eau tiède, et la solution, après avoir été abandonnée au repos pendant quelque temps, est évaporée dans des chaudières ou poêles à évaporer et, à mesure que le sel se dépose, il est placé dans des égouttoirs.

La soude suffisamment égouttée est introduite dans le four à sécher, qui est analogue au four à carbonater. Lorsqu'on retire le produit de ce four, il ne reste plus qu'à le passer au tamis pour l'emballer ensuite.

Les parties du sel restées sur le tamis, servent à la fabrication des *cristaux de soude*.

Cette fabrication consiste simplement à dissoudre le sel dans l'eau et à évaporer la dissolution que l'on place dans des cristallisoirs, quand elle est suffisamment concentrée.

ÉMANATIONS ET INCONVÉNIENTS DES MARCS DE SOUDE.

La fabrication de la soude ne donne lieu à aucune émanation acide et ne présente par elle-même aucune insalubrité; mais comme on obtient en moyenne par le lessivage de 100 de soude brute 50 à 60 de *marc de soude*, ces résidus entassés tous les jours à proximité des usines, finissent par constituer des masses très-considérables ⁽¹⁾ et très-embarrassantes qui deviennent une cause d'insalubrité pour le voisinage.

En effet, ces mares de soude, essentiellement composés d'oxysulfure de calcium ⁽²⁾, étant accumulés, se décomposent sous l'influence de l'air et de l'eau et don-

(1) A Moustier, le tas est de 4,000 mètres cubes environ, et à Floreffe de 4,554 mètres cubes. A Auvclais et à Risle, les tas sont également très-volumineux, mais irréguliers et dispersés; nous n'avons pas cru devoir en opérer le cubage.

(2) Selon Unger, l'examen des résidus que la soude brute a laissés après les lessivages a fourni, terme moyen :

Pour leur composition élémentaire :		Pour leur composition déduite par le calcul :	
Sodium	4.06	Oxysulfure de calcium	52.80
Calcium	39.11	Carbonate de chaux.	19.56
Magnésium	0.59	Sulfure de chaux	5.69
Fer.	2.56	Hyposulfite de chaux	4.12
Soufre.	18.90	Hydrate de chaux	4.02
Charbon	2.60	Bisulfure de calcium	4.67
Acide carbonique	8.55	Sulfure simple de calcium.	5.25
Eau combinée	2.56	Hydrate de chaux	6.67
Eau hygroscopique	3.43	Sulfure de sodium	1.78
Silice combinée	5.94	Oxyde de fer.	3.70
Sable	5.09	Silicate de magnésie	6.91
Oxygène et perte	14.59	Charbon	2.60
		Sable	5.09
		Eau	5.45
	100.00		100.51

Quant aux éléments des résidus de la soude-contenus entre parenthèses dans la seconde analyse, Unger les considère comme des produits secondaires qui se forment par la décomposition de l'oxysulfure de calcium, sous l'influence de l'air et de l'eau.

Selon Frédérick Muspratt et Joseph Danson, les mares de soude contiennent :

	Récemment	Durant de six semaines.
Sulfure de calcium	50.855	2.1915
Bisulfure de calcium	1.520	1.070
Carbonate de chaux	19.681	55.065
Chaux caustique	10.110	7.409
Fer, alumine, phosphate de chaux et de magnésie.	6.216	7.372
Sulfate de chaux	5.857	2.147
Silicate de magnésie	1.500	5.080
Charbon et sable	15.978	15.060
Eau et perte	9.091	1.466
	100.000	100.000

ment lieu d'abord à un dégagement très-abondant d'acide hydrosulfurique ; mais la masse s'échauffant progressivement, jusqu'au point de devenir incandescente dans certains endroits, il se produit de l'acide sulfureux, dont une partie se dégage dans l'air, tandis que l'autre réagissant sur l'acide hydrosulfurique qu'il rencontre, le décompose et régénère du soufre. Ce soufre vient se condenser dans les couches supérieures des tas, où échauffé par la chaleur qui se propage dans toute la masse, il brûle à son tour en se convertissant en acide sulfureux dont l'action, ainsi que celle de l'acide hydrosulfurique, est si délétère.

La commission a eu l'occasion, dans ses différentes visites, de voir des tas de marcs de soude en combustion, et notamment à Moustier, à Auvélais et à Risle. Le tas de Florelle, sans être en feu, présentait par-ci, par-là du soufre réduit.

Les phénomènes que nous venons de décrire ne se produisent pas lorsque les marcs de soude ne sont exposés à l'air qu'en petit tas, car alors ils absorbent lentement l'oxygène et se décomposent progressivement sans donner lieu à de fortes émanations.

Nous nous sommes livrés à de nombreuses expériences en vue d'utiliser ces marcs de soude et ainsi de faire disparaître une cause puissante d'insalubrité. Nous avons recherché les moyens pour l'industrie d'extraire la grande quantité de soufre de ces résidus, mais nous devons reconnaître que nous n'avons pas obtenu des résultats satisfaisants. D'abord, opérant sur des marcs anciens, nous avons constaté que leur contenu en soufre était très-variable, selon qu'ils avaient été exposés plus ou moins longtemps au contact de l'air. Ces marcs donnaient depuis 10.20 jusqu'à 14.75 p. % de soufre.

Quant aux marcs récents, où nous avons trouvé jusqu'à 29 91 p. % de soufre, nous les avons soumis à deux expériences qui nous ont réussi sur de petites quantités, mais qui, pour devenir pratiques au point de vue industriel, auraient besoin d'être faites en grand. La première consistait dans le dégagement de l'acide hydrosulfurique en exposant ces marcs humides à l'action de l'acide carbonique ; la seconde à en former, avec de l'argile et de la pyrite menue, des briquettes et à les calciner dans un petit four à grille pour produire l'acide sulfureux nécessaire à la fabrication de l'acide sulfurique.

Du reste, de nombreux essais ont déjà été faits pour utiliser les marcs de soude et le problème n'est pas encore résolu.

Ainsi en Angleterre, à l'époque où le prix du soufre brut fut presque doublé par suite du monopole, qui était exercé par une compagnie française sur les soufres de la Sicile, M. Gossage, à Stocke-Prior, près de Birmingham, et M. Thomas Bell, fabricant de produits chimiques à Newcastle⁽¹⁾, ont presque simultanément découvert un procédé d'extraction du soufre des marcs de soude par l'acide hydrochlorique perdu dans les usines. Ce procédé, pour lequel M. Bell a obtenu en France, le 9 mars 1838, un brevet d'importation de dix ans⁽²⁾, consistait à placer les marcs de soude dans un vase où l'on faisait arriver de l'acide hydrochlorique pour en dégager de l'acide hydrosulfurique qui était conduit dans un grand réservoir

(1) *Journal des connaissances usuelles*, publié à Paris, tome XXIX-XXX, page 225.

(2) *Recueil des brevets d'invention*, publié à Paris en 1841, tome LXVII, page 229.

hydraulique ou gazomètre, d'où il sortait par un tube à robinet régulateur qui l'amenait dans un fourneau par une série de petits tuyaux percés d'un grand nombre de trous donnant passage au gaz pour être brûlé et converti en eau et en acide sulfureux. Ces produits se rendaient dans une chambre en plomb contenant des vapeurs nitreuses où ils se convertissaient en acide sulfurique.

Ce procédé a été pratiqué dans plusieurs fabriques de produits chimiques, et notamment à Saint-Helens, près de Manchester; mais il a été bientôt abandonné.

Plus récemment, M. E. Laming ⁽¹⁾ a proposé d'en retirer du soufre à l'état solide en recevant le mélange d'acide hydrosulfurique et d'acide carbonique dans un vase en bois contenant une solution d'acide sulfureux.

En Belgique, M. Melsens, dans un essai de laboratoire, a retiré le soufre des marcs de soude en les mettant en contact avec de l'acide hydrochlorique, brûlant $\frac{1}{3}$ du gaz acide hydrosulfurique produit, et mélangeant l'acide sulfureux résultant de cette combustion aux $\frac{2}{3}$ du gaz dégagé par l'acide hydrochlorique.

On a aussi proposé d'utiliser les marcs de soude pour l'agriculture, pour faire des mortiers et des ciments et pour obtenir divers métaux par voie humide. C'est ainsi que M. J. Delanoüe ⁽²⁾, en fait usage pour extraire le cobalt de certains minerais de manganèse.

En l'absence d'une solution précise de la question, la commission, ayant égard aux graves inconvénients qui résultent de l'accumulation de ces résidus, estime qu'il y a lieu de défendre aux fabricants de produits chimiques d'accumuler en tas considérables les marcs de soude avant qu'ils aient été décomposés, et d'ordonner soit de les étendre sur le sol en couches minces, soit d'en former de petits monceaux isolés qui ne devraient pas excéder un mètre cube. Ce n'est qu'après que la décomposition en serait complète qu'il serait permis d'en former des tas plus considérables.

(1) *Bulletin du musée de l'industrie*, publié à Bruxelles, en 1849, tome XVI, page 249.

(2) *Journal l'institut*, 1855, n° 1108.

CHAPITRE VIII.

FABRICATION DU CHLORURE DE CHAUX ET DE LA COUPEROSE.

CHLORURE DE CHAUX.

La fabrication du chlorure de chaux sec n'a lieu que dans deux fabriques, à Moustier et à Floreffe ; elle s'y fait à des époques indéterminées, au fur et à mesure des besoins.

Le chlore, destiné à réagir sur la chaux, est produit en traitant le peroxyde de manganèse par l'acide hydrochlorique. Cette opération se fait dans des ballons en verre ou en grès, d'une capacité moyenne de 70 à 80 litres, et qui sont chauffés soit au bain de sable, soit au moyen de l'eau dans laquelle arrive un jet de vapeur.

La planche XIV (fig. 77 à 81), représente un appareil pour la préparation du chlorure de chaux.

Un foyer *a* chauffe quatre ballons. Chacun de ceux-ci est placé dans un vase *f*, et à sa tubulure est adapté un tuyau recourbé (fig. 81). Ces différents tuyaux viennent aboutir, par les tubulures *m*, à un tuyau plus large *l* qui conduit le gaz chlore, soit d'abord dans un vase contenant de l'eau dans le but de laver le gaz, soit directement, par le tuyau *p*, dans la chambre servant à la production du chlorure de chaux.

Cette chambre est en pierre de grès ou en maçonnerie ; voici, comme exemple, les dimensions de l'une d'elles : deux mètres de hauteur, trois mètres de largeur et autant de profondeur.

Dans la chambre sont des tablettes sur lesquelles se trouve de la chaux éteinte, qui est étalée en couches uniformes, d'environ 0^m,04 d'épaisseur.

Quelquefois, la chambre est divisée en compartiments qui sont en communication les uns avec les autres.

On laisse ordinairement réagir l'acide hydrochlorique sur le peroxyde de manganèse, pendant quelques heures, à la température ordinaire ; on chauffe ensuite pendant douze heures environ.

Le chlorure de chaux obtenu est immédiatement placé dans des tonneaux, opération qui est accompagnée d'un dégagement de chlore et qui produit en même temps une poussière provenant du chlorure formé.

Les ballons étant parfaitement refroidis, on enlève le résidu de l'opération, ce qui donne également lieu à un dégagement de chlore. A Floreffe, on vide les ballons, sans qu'il en résulte aucun inconvénient, en s'y prenant de la manière suivante :

Lorsque les ballons sont froids, on les apporte l'un après l'autre et on vient les renverser au-dessus d'un plan incliné qui aboutit à un canal muni d'un grillage. La partie liquide s'écoule par le canal et se rend à la rivière. Quant aux matières solides, elles sont arrêtées par la grille; on les rassemble en tas et on les abandonne à l'air. Après plusieurs années, on les reprend pour les mélanger à un poids égal de peroxyde de manganèse et les faire servir de nouveau à la préparation du chlore.

SULFATE DE FER OU COUPEROSE.

La fabrication de la couperose a lieu dans deux fabriques, mais par des procédés différents. Dans l'une, on traite le fer par l'acide sulfurique étendu; dans l'autre, on utilise les résidus du grillage des pyrites.

Procédé employé à Moustier. — On traite les ferrailles par l'acide sulfurique marquant de 15° à 20°, et le liquide est chauffé au moyen d'un jet de vapeur.

La solution, après avoir été abandonnée au repos pendant quelque temps, est décantée dans une chaudière en plomb où elle est concentrée jusqu'à ce qu'elle marque de 35° à 36°; on la fait arriver ensuite dans les cristallisoirs.

Il y a deux cuves servant à la réaction de l'acide sur le fer, quatre chaudières à évaporer et onze cristallisoirs.

Pour chaque opération, qui est terminée en 24 heures, on emploie environ 500 kilogrammes d'acide et 250 kilogrammes de ferrailles.

Procédé en usage à Risle. — Après qu'on a grillé les pyrites, ainsi que nous l'avons indiqué en parlant de la préparation de l'acide sulfurique, on les soumet à un traitement mécanique pour en retirer les parcelles de galène qu'elles contiennent. Les résidus humides sont abandonnés à l'air pendant plusieurs mois en tas que l'on construit en étendant sur le sol des couches alternatives de pyrites grillées et de débris de vieux paniers. On traite ensuite par l'eau pour en retirer le sulfate de fer formé.

Les lessives obtenues sont amenées dans des citernes pour y être soumises au repos pendant un certain temps, puis elles sont évaporées dans un four, après qu'on y a ajouté des ferrailles, jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment concentrées. On les place alors dans des cristallisoirs.



CONCLUSIONS.

1° Les fours à dalles doivent être proscrits.

2° Les fours à grille actuellement existants doivent être remplacés par des fours dont la grille aurait au *maximum* 1^m,50 de longueur sur un mètre de largeur.

3° Les fabricants doivent faire fonctionner les appareils de telle sorte que les gaz sortant des chambres ne renferment au *maximum* que 8 p. % d'oxygène, et ils sont tenus d'absorber, par de l'acide sulfurique concentré, les vapeurs nitreuses (acide hyponitrique) que ces gaz doivent toujours contenir.

4° Il y a lieu d'interdire les fours à sulfate de soude dans lesquels les vapeurs acides se mêlent aux produits du foyer.

5° Les fours qu'adopteront les industriels doivent être construits avec soin, être toujours maintenus en bon état et munis de portes de travail qui ne laissent pénétrer l'air dans l'intérieur que pendant le temps strictement nécessaire pour opérer le chargement, le déchargement et l'agitation des matières.

6° Les appareils de condensation doivent être construits de manière à retenir les vapeurs acides et à fonctionner indépendamment du concours de l'ouvrier, être maintenus en bon état et être alimentés constamment par une quantité d'eau suffisante et s'écoulant avec régularité.

A cet effet, les appareils de condensation doivent être munis d'un compteur hydraulique, approuvé par le Gouvernement, et dont la clef serait confiée aux employés des accises, afin de s'assurer que la quantité d'eau reconnue nécessaire a été fournie à l'appareil de condensation dans un temps voulu.

7° On ne doit plus tolérer que les appareils de condensation soient mis en rapport avec les grandes cheminées.

8° Il est interdit d'accumuler en tas considérables les mares de soude ; on doit les étendre sur le sol en couches minces, ou en former de petits tas, qui ne peuvent excéder un mètre cube. Il n'est permis de les rassembler en tas considérables qu'après que ces mares de soude sont complètement décomposés.

9° Une surveillance incessante serait confiée aux employés des douanes et accises qui sont en permanence dans les fabriques de produits chimiques.

Un contrôle périodique serait exercé par des personnes compétentes.

Les employés des accises recevraient des instructions destinées à simplifier et à faciliter leur mission. Ils tiendraient, entre autres, un registre indiquant, après vérification, les quantités d'acide hydrochlorique recueillies pour chaque four, en vingt-quatre heures, et le degré de cet acide.

10° Une sanction pénale garantirait la stricte observation des prescriptions imposées par le Gouvernement.

En terminant, la commission croit devoir appeler l'attention du Gouvernement sur la nécessité d'imposer aux fabricants de produits chimiques des mesures hygiéniques dans l'intérêt de leurs ouvriers, et de veiller à la stricte exécution des dispositions de l'arrêté royal du 12 novembre 1849, principalement en ce qui concerne l'exactitude des plans et la défense d'apporter aucune modification aux fabriques; sans en avoir obtenu préalablement l'autorisation.

Arrêté à Namur, en séance du 13 janvier 1856.

La Commission,

Comte L. DE BAILLET, *président.*

G. E. GUILLERY, *vice-président.*

J. T. P. CHANDELON, *secrétaire.*

C. DAVREUX,

J. B. DEPAIRE,

M. DUGNIOLLE,

M. EVEBARTS,

E. GAUTHY,

} *membres.*

M. Artoisenet, membre de la commission, n'était pas présent à la séance du 13 janvier.

TABLE DES MATIÈRES

DE LA PREMIÈRE PARTIE.

	Pages.
INTRODUCTION	4
DIVISION DU TRAVAIL	7
CHAPITRE PREMIER. — HISTORIQUE DES FABRIQUES	9
<i>Fabrique de Risle.</i>	
Origine	ib.
Modifications ou agrandissements	ib.
État actuel de la fabrique	10
Importance de la fabrication	11
<i>Fabrique de Floresse.</i>	
Origine	ib.
Modifications ou agrandissements	12
État actuel de la fabrique	13
Importance de la fabrication	ib.
<i>Fabrique de Moustier.</i>	
Origine	14
Modifications et agrandissements	13
État actuel de la fabrique	ib.
Importance de la fabrication	16
<i>Fabrique d'Auvclais.</i>	
Origine	ib.
Modifications ou agrandissements	17
État actuel de la fabrique	18
Importance de la fabrication	ib.
CHAPITRE II. — DESCRIPTION DE LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE	19
<i>Production de l'acide sulfureux</i>	<i>ib.</i>
Fours à grille	ib.
Chargement des fours à grille	20
Moyens de régler le tirage des fours	ib.
Défournement	21
Fours à dalles	ib.
Chargement des fours à dalles	22
Défournement	ib.
<i>Production de l'acide nitrique</i>	<i>ib.</i>
<i>Vapeur d'eau</i>	<i>25</i>
<i>Condenseurs, tuyaux d'appel et régulateurs</i>	<i>ib.</i>
<i>Marche des chambres</i>	<i>25</i>
<i>Concentration de l'acide sulfurique à 60°</i>	<i>26</i>
<i>Concentration de l'acide sulfurique à 66°</i>	<i>ib.</i>

	PAGES
CHAPITRE III. — APPRÉCIATION DU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE . . .	28
<i>Pertes</i>	<i>ib.</i>
Fabrique de Risle	29
— de Floresse	50
— de Moustier	51
— d'Auvélais	52
<i>Acide sulfureux perdu par la cheminée</i>	<i>35</i>
Fabrique de Risle	54
— de Floresse	55
— de Moustier	56
— d'Auvélais	57
Résumé des différents calculs pour les quatre fabriques	<i>ib.</i>
<i>Première cause de perte</i>	<i>58</i>
Comparaison entre les rendements obtenus dans les chambres alimentées par les fours à grille et par les fours à dalles.	40
<i>Deuxième cause de perte</i>	<i>45</i>
<i>Troisième cause de perte</i>	<i>ib.</i>
<i>Résultats des améliorations proposées</i>	<i>ib.</i>
CHAPITRE IV. — DESCRIPTION DE LA FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE ET DES APPAREILS DE CONDENSATION POUR L'ACIDE HYDROCHLORIQUE	45
<i>Fours</i>	<i>ib.</i>
Four simple	45
Marche de l'opération	46
Four double	47
Four à moufle ou à double voûte	<i>ib.</i>
Marche de l'opération	48
<i>Appareils employés à la condensation du gaz acide hydrochlorique.</i>	<i>49</i>
Fabrique de Risle	<i>ib.</i>
— de Floresse	51
— de Moustier	53
— d'Auvélais	54
CHAPITRE V. — EFFETS DES APPAREILS. — EXAMEN ET APPRÉCIATION DU MODE DE FABRICA- TION DU SULFATE DE SOUDE	55
<i>Effets des appareils</i>	<i>ib.</i>
Fabrique de Risle	56
— de Floresse	57
— de Moustier	59
— d'Auvélais	60
<i>Examen et appréciation du mode de fabrication du sulfate de soude</i>	<i>62</i>
Causes de perte	<i>ib.</i>
Défauts des appareils	<i>ib.</i>
Moyens à employer pour obvier aux inconvénients	64

	PAGES.
CHAPITRE VI. — EXAMEN DES PRODUITS QUI S'ÉCHAPPENT DES CHEMINÉES	71
<i>Composition des fumées</i>	<i>ib.</i>
Acide hydrochlorique contenu dans les fumées.	72
Fabrique de Risle	70
— de Floresse	74
— de Moustier	<i>ib.</i>
— d'Auvclais.	76
<i>Inconvénients des hautes cheminées</i>	77
CHAPITRE VII. — FABRICATION DE LA SOUDE. — ÉMANATIONS ET INCONVÉNIENTS DES MARCS DE SOUDE	78
<i>Fabrication de la soude</i>	<i>ib.</i>
<i>Émanations et inconvénients des marcs de soude</i>	79
CHAPITRE VIII. — FABRICATION DU CHLORURE DE CHAUX ET DE LA COUPEROSE	82
<i>Chlorure de chaux</i>	<i>ib.</i>
<i>Sulfate de fer du couperose.</i>	85
CONCLUSIONS.	84

(1)

DEUXIÈME PARTIE.

RECHERCHES ET OBSERVATIONS RELATIVES A L'INFLUENCE DES ÉMANATIONS ACIDES DES FABRIQUES
DE PRODUITS CHIMIQUES SUR LA VÉGÉTATION.

(2)

DEUXIÈME PARTIE ⁽¹⁾.



CHAPITRE PREMIER.

ANALYSE DES PÉTITIONS, RÉCLAMATIONS ET PIÈCES DIVERSES QUI ONT ÉTÉ SOUMISES A L'APPRÉCIATION DE LA COMMISSION POUR ÉCLAIRER SES RECHERCHES.



De nombreuses pétitions et réclamations ont été soumises à l'appréciation de la commission ; il nous semble utile d'en présenter ici une analyse succincte.

I. PÉTITIONS ADRESSÉES AU ROI ET A LA CHAMBRE DES REPRÉSENTANTS.

Au mois d'août et de septembre 1854, des pétitions ont été adressées à S. M. le Roi, par un grand nombre d'habitants des communes de Forville, d'Eghezée, de Champion, de Waret-la-Chaussée, d'Acosse, d'Hingeon, de Pontillas, d'Isnes, de Lustin, de Hemptinnes, de Leuze, de Noville-les-Bois, de Profondeville, de Gelbressée, de Védrin, de Mehagne et de Liernu.

La teneur des pétitions de toutes ces communes est la même. Il y est dit :

1^o *Que l'opinion publique désigne unanimement, les fabriques de produits chimiques comme étant la cause de la maladie dont, depuis plusieurs années les céréales, les légumes et les arbres fruitiers sont atteints et qui produit des effets désastreux ;*

2^o *Qu'il y a des faits si concluants qu'il est difficile de ne pas se ranger à cette opinion ⁽²⁾ ;*

3^o *Qu'il est nécessaire de vérifier complètement si cette opinion est fondée, en ordonnant aux établissements de suspendre, pour une année, leur fabrication depuis le 1^{er} avril jusqu'au 1^{er} octobre.*

Des pétitions, semblables à celles dont nous venons de rendre compte, ont été envoyées aux mois d'avril et de mai de cette année, par la plupart des habitants des

(1) Cette deuxième partie a été traitée par M. Dugniolle.

(2) Ces faits, les pétitionnaires ne les indiquent pas.

communes de Forville, de Waret-la-Chaussée, de Bierwart, de Noville-les-Bois, de Boneffe, de Branchon, de Meux, de Champion, de Védryn, de Tavier, de Bovesse, de Fosses, de Jemeppe-sur-Sambre, d'Asche-en-Retail, d'Hingeon, de Mehagne, de Wanfercée-Baulet, de Dhuy, de Liernu et de Saint-Denis.

Ces pétitions cependant diffèrent en un point des précédentes, car elles disent explicitement que la maladie des pommes de terre est considérée par l'opinion publique comme produite par les gaz acides qui sont lancés dans l'atmosphère par les fabriques de produits chimiques.

De leur côté, beaucoup d'habitants des communes de Soye, de Spy, de Temploux, de Malonne, de Floriffoux, ont adressé, le 17 août 1854, simultanément à S. M. le Roi et à la Chambre des Représentants, une pétition dans laquelle ils se plaignent des dégâts occasionnés à leurs propriétés par les fabriques de produits chimiques.

En voici les principaux passages :

« Les émanations infectes et corrosives, qui s'échappent de ces établissements, »
 » sont désastreuses pour les arbres qu'elles détruisent en brûlant les feuilles et les »
 » fruits, elles amoindrissent les récoltes de toute nature et empoisonnent jusqu'à »
 » l'air qu'on respire.

» Les dommages s'aggravent chaque année, et s'il n'était remédié à un tel état »
 » de choses, la valeur des propriétés diminuerait en raison de leur dépré- »
 » ciation. »

Les pétitionnaires demandent qu'on fasse examiner la question de savoir :

« 1° Si la mise en activité des établissements de produits chimiques ne devrait »
 » pas être restreinte à certaines époques de l'année?

» 2° Si la surveillance actuelle est suffisante? »

Dans une requête au Roi, en date du 30 août 1854, des habitants de Meux demandent la fermeture des fabriques de produits chimiques, depuis le 1^{er} janvier jusqu'au 15 septembre, afin de parvenir à connaître la vérité relativement à l'influence que ces usines sont considérées comme exerçant sur la maladie des céréales, des légumes et principalement des arbres fruitiers et des pommes de terre.

II. PÉTITIONS ADRESSÉES A M. LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR.

Une partie des habitants de Gembloux, de Bossière, de Lonzée et de Beuzet ont adressé à M. le Ministre de l'Intérieur des requêtes pour lui demander qu'il ordonne la fermeture des fabriques de produits chimiques, depuis le 1^{er} février jusqu'au 1^{er} août, et qu'il soumette ensuite ces établissements au règlement adopté par le gouvernement français.

Ils donnent pour motifs de cette demande :

« 1° Que ces fabriques, par suite de leurs influences nuisibles, causent des »
 » dommages considérables dans leurs contrées depuis plusieurs années ;

» 2° Qu'ils remarquent que pendant le printemps et l'été, la végétation souffre »
 » et menace d'être anéantie par suite des émanations corrosives que ces fabriques »
 » fournissent ;

» 3° Que les dégâts occasionnés par l'émanation sans relâche de ces produits,

» se font sentir sur tous les végétaux indistinctement, mais principalement dans
 » les denrées légumineuses, les arbres fruitiers et notamment les pommes de
 » terre ;

» 4° Que ces dégâts se renouvellent annuellement avec une intensité pro-
 » gressive. »

Après avoir examiné attentivement les diverses pétitions, dont nous venons de présenter l'analyse, la commission a été d'avis qu'il y avait lieu d'inviter toutes les personnes de la province de Namur, qui croiraient avoir à se plaindre de dégâts occasionnés par les émanations des fabriques de produits chimiques, à adresser, à M. le Gouverneur, les réclamations avec l'indication précise des faits qu'elles auraient observés en 1855, et sur lesquels leurs plaintes seraient motivées. Cette mesure, qui reçut dès le commencement de juin toute la publicité nécessaire, avait un double but d'utilité : d'abord de permettre à toutes les réclamations d'être examinées par la commission, et ensuite de faire connaître à celle-ci avec clarté et précision sur quels faits et particularités, nettement déterminés, se fondaient les appréhensions manifestées à l'égard de l'influence des fabriques de produits chimiques sur la végétation.

Le but de la commission n'était donc pas seulement de donner aux plaignants une légitime satisfaction en les mettant à même de lui exposer leurs griefs d'une manière détaillée et catégorique, mais surtout de s'éclairer par l'examen attentif des faits importants qui lui seraient signalés. Ainsi, en faisant appel aux populations pour leur demander de lui indiquer les motifs présents de leurs plaintes, la commission a usé du moyen le plus simple et le plus sûr pour parvenir à la connaissance exacte de tous les dégâts, altérations ou maladies qui étaient considérés comme dus aux émanations des fabriques de produits chimiques. En effet, les faits une fois signalés, la commission n'a plus eu qu'à se rendre sur les lieux où ils s'étaient manifestés pour les soumettre à un examen attentif.

A la suite de la publicité donnée à la décision dont nous venons d'expliquer les motifs, diverses réclamations et lettres sont parvenues à la commission. Nous allons en rendre compte :

LETTRE DE	VÉGÉTAUX SIGNALÉS COMME MALADÉS OU ALTÉRÉS. — Observations.
1° M. le bourgmestre de Waret-la-Chaussée.	Poiriers, cerisiers, etc., quelque apparence de la maladie des pommes de terre dans les propriétés de diverses personnes qui en rapportent la cause aux fabriques de produits chimiques.
2° M ^{me} veuve Grégoire, à Heuvy .	Légumes de plusieurs espèces, tels que : pois, haricots, choux de diverses variétés, etc.
5° M. Danhaive, à Heuvy	Légumes et pruniers.
4° M. le bourgmestre de Liernu. .	Chanvre, haricots, arbres fruitiers.
5° Id. de Malonne	Pruniers, poiriers et cerisiers.

LETTRE DE	VÉGÉTAUX SIGNALÉS COMME MALADES OU ALTÉRÉS. — Observations.
6° M. le bourgmestre de Bierwart.	Quelques symptômes sur les pommes de terre, taches de couleur de rouille sur les feuilles d'une foule d'autres végétaux.
7° Id. de Pontillas	Féveroles, pommes de terre, etc., etc.
8° Id. d'Isnes	Haricots, chanvre, etc. (cause inconnue).
9° Id. de Noville-les-Bois.	La maladie a fait sa réapparition sur plusieurs espèces de denrées. Ce que la population attribue aux émanations des fabriques de produits chimiques.
10° Id. de Leuze	Féveroles, arbres, pommes de terre et autres végétaux. Les habitants de Leuze, ainsi que M. le bourgmestre, en attribuent la cause à la fabrication de produits chimiques.
11° Id. de Méhagne	Quelques légers symptômes sur les céréales et plantes alimentaires.
12° Id. d'Eghezée	Laitues, haricots, pommes de terre et arbres fruitiers.
13° Id. d'Hingon	Haricots, betteraves, pommes de terre, vignes et autres arbres fruitiers.
14° Id. de Beuzet	Haricots, pommes de terre, vignes et autres arbres fruitiers.
15° Id. de St-Servais	Plantes alimentaires et arbres fruitiers, altérations attribuées aux émanations de l'usine de Risle.
16° Id. de Flawinne.	Pommes de terre et froment, en outre quantité d'arbres fruitiers morts partiellement ou totalement, ce qu'on attribue aux émanations de 1854.
17° Id. de Jemeppe-sur-Sambre	Chanvre, haricots, pommes de terre, céréales, pommiers, haies, etc. Dans le bois communal de Jemeppe, contenant environ 22 hectares, tous les chênes meurent. On a la plus grande peine à détacher les écorces des baliveaux vendus, ce qui n'a pas lieu dans les bois éloignés des fabriques, au dire des ouvriers employés à cet ouvrage.
18° Id. de Lonzée, écrite comme les trois suivantes vers la fin de juin.	Jusqu'au 22 juin aucun dégât ni aucune altération qui puisse être rapportée à l'influence des fabriques de produits chimiques.
19° Id. de Gembloux	
20° Id. de St-Denis	
21° Id. de Meux.	
22° Id. de Floriffoux	Idem. — Les dégâts, attribués aux émanations des fabriques de produits chimiques, ne s'observent avec évidence qu'à la fin de juillet ou au commencement du mois d'août. Céréales; de plus les feuilles des arbres sont roussies.

LETTRE DE	VÉGÉTAUX SIGNALÉS COMME MALADES OU ALTÉRÉS. — Observations.
23° M. le bourgmestre de Dhuy .	Froment, avoine, lin, haricots et beaucoup d'autres végétaux comme les arbres fruitiers, etc. Les feuilles sont corrodées par l'action des émanations des fabriques de produits chimiques.
24° Id. de Forville	Féveroles, chanvre, pommes de terre et quantités d'autres végétaux. Les feuilles sont marquées de taches de couleur de rouille, qui deviennent ensuite noirâtres et amènent rapidement une décomposition organique.
25° Id. de Sauvenière.	Aucun dégât ou altération qui puisse être rapportée aux émanations des fabriques de produits chimiques.
26° Id. de Védrin.	De nombreux habitants se plaignent de ce que les arbres, les fèves, les féveroles, les betteraves, les pommes de terre et diverses autres plantes sont atteintes d'une maladie causée par les émanations des fabriques de produits chimiques.
27° Id. de Temploux	Fèves, féveroles, etc., etc.
28° Id. de Soye.	Les arbres des vergers et des bois laissent tomber leurs feuilles trouées et flétries, les plus anciens périssent en grand nombre. Les cultures qui au printemps paraissent florissantes sont promptement altérées dans leur croissance et dans leurs produits, les haies se dessèchent et périssent, les fruits sont rares et mal venus.
29° M. Limelette, à Saint-Servais .	Il se plaint vivement des dégâts occasionnés chaque année dans sa propriété par les émanations de la fabrique de Risle.
50° M. Marchal, à Jambre	Depuis l'établissement de la fabrique de produits chimiques de Floreffe, il voit chaque année dépérir les arbres fruitiers et les haies dans sa propriété de Floriffoux, et, de plus, les récoltes de céréales de son fermier sont habituellement endommagées d'une manière plus ou moins grave.
51° M. Houart, à Berlaconines sous Védrin.	Des dégâts sont occasionnés à ses récoltes et spécialement aux féveroles par les émanations de la fabrique de Risle.
52° M. E. Bequet.	Il se plaint des effets désastreux produits depuis plusieurs années sur les arbres de sa propriété du Rond-Chêne.
55° M. Procès, cultivateur à Longchamps.	Il a remarqué les symptômes de la maladie des pommes de terre dans les communes d'Upigny, Longchamps et Eghezée.

LETTRE DE	VÉGÉTAUX SIGNALÉS COMME MALADES OU ALTÉRÉS. — Observations.
34° M. Massaux, garde-champêtre de Champion.	Il signale la maladie des fèves, haricots et pois sur le territoire de cette commune.
35°, 36°, 37°, 38°, 39° et 40° M. Bemelmans, à Saint-Germain, M. Bourguignon, à Tillier, et MM. les bourgmestres de Meux, de Champion, d'Auvelais et de Mazy.	Ils annoncent une maladie particulière qui produit de notables dégâts dans les pièces de froment.
41° M. le bourgmestre de Spy . . .	Il fait savoir que la maladie des pommes de terre, des céréales, des arbres fruitiers et des légumes sévit sur le territoire de sa commune.
42° M. Decoux, à Saint-Germain .	Il signale la maladie des pommes de terre, du froment et des fèves.
45° M. Chavée, de Leuze	<p>Il joint à sa lettre un herbier renfermant quelques feuilles maculées et un mémoire dans lequel il expose à la commission qu'ayant soumis à l'action d'eau chargée d'une quantité variable d'acide chlorhydrique, les feuilles de diverses plantes qui, comme les pommes de terre, les fèves, les navets, etc., etc., se montrent malades chaque année, il a obtenu des taches semblables, <i>selon lui</i>, à celles qui caractérisent la maladie de ces plantes.</p> <p>Comme il nous a envoyé des feuilles altérées des végétaux sur lesquels il a fait ses expériences, nous avons constaté que les taches naturelles qui couvraient ces feuilles étaient dues uniquement au parasitisme végétal, et qu'absolument, en aucun cas, on ne saurait en produire de semblables par de l'eau tenant en dissolution un peu d'acide chlorhydrique. Nos expériences personnelles nous permettent d'affirmer ce fait de la façon la plus positive.</p>

CHAPITRE II.

EXPOSÉ SYNTHÉTIQUE DE LA MARCHÉ SUIVIE DANS LES INVESTIGATIONS ET APERÇU GÉNÉRAL D'UNE PARTIE DES FAITS OBSERVÉS.

Nous avons commencé, dès les premiers jours de juin, nos investigations sur l'état de la végétation, et les avons continuées jusqu'en octobre, en y consacrant une partie de chaque mois. Quarante-six jours ont été employés aux observations faites dans la province de Namur seule, pour étudier, sous toutes ses phases principales, la végétation d'un grand nombre de plantes.

S'il était indispensable que nos recherches ne fussent pas restreintes au territoire des communes tout à fait voisines des fabriques de produits chimiques, mais qu'elles s'étendissent même à une grande distance de celles-ci et dans diverses directions dans la province de Namur, il n'était pas moins important, afin de multiplier le plus possible les points de comparaison, que des investigations fussent faites aussi dans d'autres provinces.

A cette fin, nous avons examiné, à diverses époques, l'état des récoltes et des végétaux ligneux et autres, sur le territoire d'un grand nombre de communes du Hainaut, du Brabant, et des provinces d'Anvers et de la Flandre orientale. Cette seconde série d'observations a absorbé de son côté environ vingt-cinq jours.

Des règles, d'ailleurs d'une grande simplicité, nous ont guidés dans l'examen de l'état physiologique des végétaux.

Nous nous sommes proposé, en effet, dans chaque cas donné, de constater si les organes (tiges, rameaux, feuilles, stipules, fleurs, fruits) étaient parfaitement sains et vivaces, ou s'ils offraient quelque altération ou maladie dont nous nous efforcions alors, en tant que possible, de déterminer les symptômes et la cause. Pour cette dernière détermination, nous tenions compte de toutes les circonstances propres à nous éclairer, comme la nature du sol et du sous-sol, la situation topographique et l'exposition par rapport aux vents, et nous recherchions si les altérations ou maladies dépendaient d'influences de ce genre, ou s'il fallait les rapporter à d'autres particularités comme, par exemple, le parasitisme animal ou végétal, etc.

Quoi qu'il en soit, nous avons rassemblé un nombre très-considérable d'observations dans nos investigations sur le territoire d'une foule de communes de la province de Namur, comme Floreffe, Floriffoux, Malonne, Flawinne, Suarlée, Temploux, Emine, Rhisnes, Saint-Denis, Meux, Dhuy, Eghezée, Hingeon, Pontillas, Bierwart, Forville, Leuze, Longchamps, Soye, Mornimont, Moustier, Jemeppe-sur-Sambre, Auvclais, Saint-Servais, Saint-Marc, Védriin et autres.

Grâce à ces observations et à celles qui ont été faites dans d'autres provinces, nous avons pu partager en deux catégories les altérations et maladies des végétaux. En effet, nous n'avons rencontré exclusivement les unes que dans des localités plus ou moins rapprochées des fabriques de produits chimiques, tandis que les autres existaient indifféremment à toutes distances de celles-ci.

C'est ainsi, par exemple, que dans une foule de communes, non-seulement de la province de Namur, mais encore du Hainaut, de la Flandre orientale et du Brabant, beaucoup de pruniers et de noyers nous ont offert de profondes dégradations produites antérieurement au printemps de cette année. Or, ces dégradations s'observaient aussi bien dans les lieux exposés aux émanations de gaz acides provenant des fabriques de produits chimiques qu'ailleurs, et très-souvent elles n'étaient pas moins grandes, parfois même, au contraire, elles étaient plus fortes, loin de toute influence possible de ces usines que dans les lieux où celle-ci s'exerçait d'une manière manifeste. Que conclure de ces faits? évidemment, qu'une cause générale, complètement distincte de l'action exercée par les gaz acides, avait produit les altérations en question. Pour les noyers, cette cause nous la connaissons très-bien, car ces arbres ont considérablement souffert au printemps de 1854, par les gelées tardives qui, survenues quand ils étaient déjà en pleine floraison, ont fait périr un très grand nombre de jeunes pousses et même parfois de rameaux assez gros.

Quant aux pruniers, nous n'avons pas réussi à recueillir des données suffisamment positives pour nous prononcer d'une manière générale sur l'origine des altérations qu'ils ont subies les années antérieures; mais il résulte d'observations faites en 1854, par un membre de la commission, dans une commune du Brabant voisine de Bruxelles, que les maladies connues dès longtemps des horticulteurs sous le nom de *Vielat* et de *Fumagine* y avaient fait périr un grand nombre de pruniers, et réduit la plupart des autres à l'état le plus misérable. Or, ces maladies dues au parasitisme n'ont aucune espèce de rapport avec les effets destructifs produits par les gaz acides. Les mêmes maladies ont-elles agi d'une manière générale dans la province de Namur? c'est ce qu'il nous serait impossible de dire, mais toujours est-il tout à fait certain que l'influence des fabriques est absolument étrangère à l'espèce d'épidémie générale qui a atteint les pruniers dans une grande partie de la Belgique et de la province de Namur.

Toutefois, nous ne prétendons en aucune façon que ces arbres ne se laissent pas attaquer par les émanations acides, car dans plusieurs cas, nous avons constaté le contraire, à proximité des fabriques. Alors nous avons dû distinguer entre les altérations récentes dues à l'action de ces émanations et celles qui, produites anciennement, se présentaient soit avec des caractères ambigus, de manière à laisser place au doute, soit avec des indices significatifs qui nous les faisaient rattacher aux dégradations existant dans la plupart de nos provinces.

Ces exemples suffiront⁽¹⁾, pensons-nous, pour montrer avec quelle précision et

(1) D'autres arbres fruitiers ont aussi souffert de maladies ou d'altérations complètement étrangères à l'influence des fabriques de produits chimiques. Il serait superflu de les énumérer toutes ici. Nous nous bornerons à mentionner encore les dégâts importants occasionnés aux pommiers dans des localités assez nombreuses par les *puçerons lanigères*.

quel soin nous avons dû comparer les observations faites à proximité des fabriques à celles recueillies ailleurs, jusque dans des localités qui s'en trouvaient à une distance très-considérable.

Cette comparaison constituait donc à nos yeux un des moyens principaux pour arriver à déterminer ce que la végétation présentait de spécial dans le voisinage des fabriques. Aussi avons-nous commencé par observer l'état physiologique des plantes de toute nature dans des points très-rapprochés de celles-ci, à soixante mètres, par exemple ; puis nous éloignant successivement, nous avons porté nos recherches jusqu'à une distance très-considérable. Cet examen nous l'avons fait dans toutes les directions autour des fabriques, en tenant toujours grandement compte de la situation topographique des lieux où croissaient les végétaux qui étaient l'objet de nos recherches, ainsi que de la distance à laquelle ils se trouvaient par rapport à l'usine la plus voisine.

Il est fort aisé de comprendre pour quels motifs nous avons pris ces diverses circonstances en sérieuse considération ; c'est qu'elles devaient nous donner des indications extrêmement utiles sur la nature des dégradations observées dans le voisinage des fabriques.

En effet, si les gaz et les vapeurs qui émanent de ces dernières sont nuisibles à la végétation, ne pouvant agir que comme des agents matériels, il est de toute évidence que ce n'est que lorsqu'ils se trouvent en contact avec les plantes qu'ils exercent leur action destructive. Or, s'il faut qu'il y ait contact entre leurs organes et les gaz acides pour que les plantes éprouvent des altérations, il en résulte :

1^o Qu'aucune altération, due à l'action des gaz acides qui proviennent des fabriques de produits chimiques, ne saurait s'observer quand le contact ne peut s'établir entre eux et les surfaces végétales ;

2^o Que ces altérations doivent être à leur *maximum* d'intensité, là où le contact s'établit le plus facilement et le plus souvent, et vice-versa ; qu'elles doivent être à leur *minimum* d'intensité, là où il se produit le plus rarement et le plus difficilement ;

3^o Qu'enfin, l'étendue et la gravité des altérations, toutes choses égales d'ailleurs, doivent être proportionnelles à la quantité de gaz acides qui vient toucher les surfaces végétales.

Ces principes, tout à fait évidents par eux-mêmes, sont féconds en conséquences importantes : nous allons le montrer.

I. INFLUENCE DU VENT.

Les gaz acides qui agissent sur la végétation ne s'échappent pas tous des cheminées des fabriques de produits chimiques, mais une partie de ces gaz nuisibles se déverse dans l'atmosphère sans passer par ces cheminées ; tels sont, par exemple, les gaz acides sulfuroux et sulfhydrique qui se dégagent, parfois en grande abondance, des tas formés par les résidus de la fabrication de la soude artificielle. Toutefois, qu'ils passent ou non dans une cheminée avant de s'épancher dans l'atmosphère, tous ces gaz sont toujours poussés dans la direction du vent, ou du moins dans une direction voisine. Il est aisé de s'assurer que les choses se passent ainsi ; il suffit pour cela d'observer le trajet que suit la colonne de fumée qui

s'échappe d'une grande cheminée de fabrique de produits chimiques : on la voit se diriger dans le même sens que le vent, ou parfois prendre une direction légèrement oblique par rapport à celle du vent.

Eh bien, il est clair que ce n'est que dans la direction qu'ils suivent alors que les gaz et les vapeurs *peuvent* occasionner du dommage à la végétation, tandis qu'il est impossible qu'ils nuisent le moins du monde dans aucun autre sens. Par conséquent, si les émanations acides étaient, pendant toute l'année, toujours invariablement poussées dans la même direction, ce serait uniquement et exclusivement dans ce sens que des dégâts pourraient se produire.

Or, on sait qu'il n'en est rien, puisque la direction des courants de gaz et de vapeurs se règle sur celle du vent qui est essentiellement variable. Par conséquent, si, contrairement à ce qui a lieu en réalité, aucune circonstance n'intervenait pour modifier plus ou moins cette loi, on pourrait dire que les altérations éprouvées par les végétaux dans les diverses directions autour des fabriques sont proportionnelles à la fréquence relative des vents. Pour avoir une idée de la part d'influence que les différents vents exercent sous ce rapport, il faut donc considérer s'ils sont plus ou moins fréquents. Voici, par exemple, pour une année (décembre 1853 et les onze premiers mois de 1854), un tableau qui indique cette donnée, que nous empruntons à l'Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, pour 1853 (1).

N° D'ORDRE SELON LE DEGRÉ de fréquence.	DÉSIGNATION DES VENTS PAR LEUR DIRECTION.	NOMBRES indiquant la fréquence RELATIVE.
1	Sud-Ouest	998
2	Ouest-Sud.Ouest	679
3	Sud-Sud.Ouest	442
4	Nord-Est	260
5	Nord-Ouest	242
6	Ouest	235
7	Ouest-Nord.Ouest	227
8	Est-Sud.Est	195
9	Est	174
10	Est-Nord.Est	161
11	Sud	156
12	Nord-Nord.Est	152
13	Sud-Sud.Est	149
14	Nord-Nord.Ouest	116
15	Sud-Est	104
16	Nord	90

(1) Comme les vents dépendent de causes qui exercent leur action sur une vaste étendue de territoire, on peut admettre, sans une très-grande erreur, les mêmes données pour la province de Namur que pour Bruxelles ou Louvain, par exemple.

On le voit donc, ce sont les vents de sud-ouest qui ont soufflé le plus souvent en 1854. et après eux tous ceux qui affectent une direction voisine du sud-ouest.

Toutefois ce n'est pas par les observations d'une seule année qu'on peut arriver à une classification exacte des vents selon leur fréquence ; il faut pour cela prendre la moyenne des observations faites pendant une longue série d'années. Voici, d'après un calcul de ce genre fait par M. Kaemtz ⁽¹⁾, les chiffres qui indiquent d'une manière générale, pour la France et la Belgique, la fréquence relative des principales espèces de vents pour l'année entière :

1° Sud-Ouest	192 ;
2° Ouest	155 ;
3° Nord-Est	140 ;
4° Nord	126 ;
5° Sud	117 ;
6° Nord-Ouest	110 ;
7° Est.	84 ;
8° Sud-Est	76.

Mais il est nécessaire aussi de considérer la fréquence relative des vents pendant les diverses saisons, et le tableau suivant emprunté au tome XXV des Mémoires de l'Académie, fournit cette donnée, d'après les observations faites, à Louvain, pendant onze années consécutives, par feu M. le professeur Crahay.

N° d'ordre.	PRINTEMPS.		ÉTÉ.		AUTOMNE.		HIVER.	
1	Ouest.....	80	Ouest.....	103	Ouest.....	76	Ouest.....	78
2	Nord-Est.....	29	Ouest-Sud.Ouest.	50	Ouest-Sud.Ouest.	52	Ouest-Sud.Ouest..	24
3	Nord-Ouest.....	25	Nord-Ouest.....	22	Sud-Ouest.....	29	Sud-Ouest.....	23
4	Nord.....	18	Ouest.....	18	Nord-Est.....	17	Nord-Est.....	23
5	Ouest-Sud.Ouest..	18	Sud-Ouest.....	17	Sud.....	17	Est.....	18
6	Est.....	17	Nord-Est.....	16	Est.....	15	Est-Nord.Est....	17
7	Est-Nord.Est....	17	Nord-Nord.Ouest	12	Est-Nord.Est....	14	Sud.....	17
8	Nord-Nord.Ouest.	14	Nord.....	11	Nord.....	12	Nord.....	13
9	Sud-Ouest.....	15	Est-Nord.Est....	10	Sud-Sud.Ouest...}	12	Nord-Nord.Ouest.	11
10	Sud.....	12	Est.....	8	Nord-Ouest.....	10	Nord-Ouest.....	10
11	Ouest-Nord.Ouest.	10	Sud.....	8	Ouest-Nord.Ouest	12	Ouest-Nord.Ouest.	9
12	Nord-Nord.Est....	7	Sud-Sud.Ouest..	6	Nord-Nord.Ouest.	8	Sud-Sud.Est....	8
15	Sud-Sud.Ouest...}	6	Sud-Est.....	4	Sud-Sud.Est....	7	Sud-Sud.Ouest...}	6
14	Est-Sud.Est.....	4	Est-Sud Est....	5	Sud-Est.....	5	Sud-Est.....	6
15	Sud-Est.....	4	Nord-Nord.Est..}	5	Nord-Nord.Est...}	5	Est-Sud.Est....	5
16	Sud-Sud.Est....	4	Sud-Sud.Est....	5	Est-Sud.Est.....	4	Nord-Nord.Est...}	5

(1) KAEMTZ, *Cours de météorologie*, Paris 1843, p. 47.

Voici maintenant quelle est la fréquence relative des vents, sans distinction de saisons, déduite des indications précédentes qui résultaient elles-mêmes des moyennes de trois observations faites chaque jour ⁽¹⁾ :

1° Ouest	339 ;
2° Ouest-Sud.Ouest . . .	104 ;
3° Nord-Est	85 ;
4° Sud-Ouest	82 ;
5° Nord-Ouest	65 ;
6° Est.	60 ;
7° Est-Nord.Est.	56 ;
8° Nord	54 ;
9° Sud	54 ;
10° Ouest-Nord.Ouest . . .	47 ;
11° Nord-Nord.Ouest . . .	45 ;
12° Sud-Sud.Ouest	30 ;
13° Sud-Sud.Est.	22 ;
14° Sud-Est	19 ;
15° Nord-Nord.Est	18 ;
16° Est-Sud.Est	16.

Nous avons insisté sur ces faits à cause de leur extrême importance, car c'est par l'inégale fréquence des diverses espèces de vents que nous nous sommes surtout expliqué les grandes différences que nous avons observées, autour des fabriques de produits chimiques, dans l'état de la végétation des plantes les plus sensibles à l'influence des gaz acides. Ainsi, par exemple, c'est généralement à l'Est, à l'Est-Nord.Est, au Nord-Est, au Nord-Nord.Est et au Sud-Ouest de ces établissements que nous avons constaté sur divers végétaux ligneux, les altérations les plus palpables et les plus profondes. Cette circonstance, il faut évidemment l'attribuer à ce que, toutes choses égales d'ailleurs, les points situés dans cette direction, par rapport aux usines, reçoivent leurs émanations par les vents d'Ouest, d'Ouest-Sud.Ouest, de Sud-Ouest, de Sud-Sud.Ouest ⁽²⁾ et de Nord-Est, c'est-à-dire par les vents les plus fréquents de tous, comme le montrent les tableaux donnés ci-dessus.

Il est, enfin, une circonstance à laquelle il faut avoir égard, c'est l'énergie du vent. Quelle que soit la direction de celui-ci, il nous a paru que la fumée qui s'échappait des cheminées des fabriques se rabattait d'autant plus complètement vers la terre que l'intensité du vent était plus grande.

(1) Ce tableau diffère plus ou moins de celui qui résulterait des données consignées dans les diverses années de l'Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles; mais, cette différence est sans grande portée au point de vue des considérations générales que nous présentons ici, nous ne multiplierons donc pas davantage les chiffres relatifs à la fréquence des vents.

(2) D'après les observations faites à l'Observatoire de Bruxelles (voir le premier tableau donné ci-dessus), le vent de Sud-Sud.Ouest serait beaucoup plus fréquent que ne l'indiquent les chiffres admis par feu M. le professeur Crahay.

Or, nous l'avons dit, c'est surtout lorsqu'elle retombe vers le sol, que les gaz acides qu'elle contient viennent frapper les végétaux et agissent sur eux.

II. INFLUENCE DE L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE, DE L'ÉTAT BAROMÉTRIQUE ET DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR.

Nous l'avons fait voir, il ne suffit pas, pour que les courants de gaz acides nuisent directement à la végétation dans un point déterminé, que ces courants passent au-dessus des végétaux qui y croissent, mais il faut que, marchant à leur niveau, ils viennent les atteindre. On conçoit donc que toutes les circonstances qui concourent directement ou indirectement à maintenir à un niveau élevé ou à rabattre vers le sol, les colonnes de fumée qui s'échappent des cheminées et dans lesquelles sont répandus des gaz acides, contribuent à empêcher ou à favoriser la production des altérations que ces derniers déterminent sur divers végétaux. Or, l'état hygrométrique, l'état barométrique et la température de l'air sont évidemment au nombre de ces circonstances, soit directement, soit indirectement, en modifiant la nature des vents et des courants atmosphériques (1).

C'est ainsi que les brouillards humides en venant mouiller les surfaces végétales, les rendent plus propres à condenser le gaz acide chlorhydrique contenu dans les courants qui viennent les frapper. L'action fâcheuse de celui-ci s'exerce alors sur les végétaux qui sont sensibles à cette action.

D'autre part, sur le trajet des courants de gaz acides, un certain nombre de petites gouttelettes aqueuses chargées d'acide chlorhydrique tombent aussi parfois du sein des brouillards sur les feuilles et autres organes des végétaux. Ce dernier effet peut même avoir lieu quand il n'existe pas de brouillard, car, outre les gaz acides et les divers produits de la combustion de la houille, il y a une très-grande proportion de vapeurs d'eau dans la fumée qui s'échappe des cheminées des fabriques de produits chimiques. Il est facile de comprendre dès lors qu'il doit parfois tomber de cette fumée des gouttes d'eau contenant une légère quantité d'acide chlorhydrique et parfois aussi un peu de suie. C'est de cette façon que nous nous sommes expliqué l'origine de certaines taches, qui étaient manifestement produites par des gouttes aqueuses chargées d'acide, et dont nous avons constaté l'existence sur les feuilles de divers végétaux au voisinage des fabriques.

(1) On sait qu'il y a un rapport entre la pression barométrique et la direction des vents. C'est là-dessus qu'est basée ce qu'on a appelé la *rose des vents barométriques*. Voici quelle est la rose des vents barométriques pour Paris :

QUEST.	SUD-QUEST.	SUD.	SUD-EST.	EST.	NORD-EST	NORD.	NORD-QUEST.
mm. 755,57	mm. 753,52	mm. 753,15	mm. 754,05	mm. 757,24	mm. 759,49	mm. 759,09	mm. 757,78

III. INFLUENCE DE LA PLUIE.

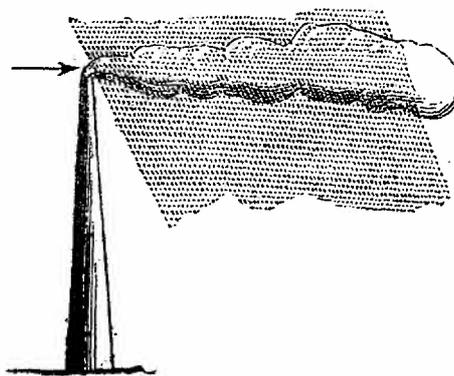
La pluie aussi a sa part d'influence dans la production des phénomènes d'altération qui se manifestent dans l'action des émanations acides. Elle entraîne, en effet, le gaz acide chlorhydrique dans la zone où les courants de fumées la traversent, et il en résulte évidemment qu'un certain nombre de gouttes d'eau chargées d'un peu d'acide viennent tomber sur le sol ou sur les végétaux.

Toutefois, il n'en est ainsi que dans un certain rayon, assez restreint d'ailleurs, autour des fabriques, et uniquement dans la direction suivie par les courants de fumée. Il est impossible, en effet, que cela se passe autrement, car la colonne formée par celle-ci ne saurait traverser une longue zone de pluie sans lui céder tout l'acide chlorhydrique qu'elle contient (¹). Nous croyons donc que pendant la pluie, à une distance de mille mètres, par exemple, des fabriques et très-probablement déjà *beaucoup moins loin*, la colonne en question ne doit plus guère contenir d'acide chlorhydrique. C'est donc une erreur manifeste de supposer, comme beaucoup de personnes le pensent, que lorsqu'il pleut, les gouttes d'eau peuvent renfermer d'une manière constante une certaine proportion d'acide chlorhydrique, même à une grande distance des fabriques. La pluie, au contraire, constitue dans ce cas, pour l'acide chlorhydrique, un procédé de condensation très-efficace qui l'empêche d'atteindre aucune des localités éloignées des fabriques, alors même qu'elles se trouvent sous le vent.

Ainsi donc on peut affirmer que lorsque tombe une pluie plus ou moins continue pendant un ou plusieurs jours, les localités situées loin des fabriques de produits chimiques sont absolument à l'abri des atteintes de l'acide chlorhydrique, soit gazeux, soit dissous dans l'eau.

Beaucoup de personnes toutefois, avec lesquelles nous nous sommes trouvés en rapport pendant nos investigations dans la province de Namur, se sont montrées fortement imbuës de l'idée contraire: elles croyaient que les eaux pluviales renferment constamment une certaine quantité de cet acide, à toute distance des usines. Comme l'expérimentation conduit à des déductions plus sûres que les raisonnements théoriques, nous avons fait un grand nombre de recherches pratiques relativement à cette question. Or, en opérant avec du papier bleu de tournesol extrêmement sensible, jamais, en aucun cas, nous n'avons rencontré la

(¹) En voici la preuve. Il est clair qu'on peut se représenter le nombre presque infini de gouttes d'eau qui tombent vers une vaste étendue de terrain, comme constituant une série de petites nappes d'eau très-minces, discontinues, extrêmement rapprochées les unes des autres, juxtaposées parallèlement sur une épaisseur immense et, enfin, se renouvelant incessamment. Il est dès lors évident que la colonne de fumée qui est assujettie à traverser cette multitude de nappes aqueuses doit abandonner successivement l'acide chlorhydrique qu'elle charrie, de manière à ne plus en contenir quand elle est arrivée à une certaine distance, d'ailleurs peu considérable de son point de départ.



moindre trace d'acidité dans les gouttelettes d'eau rassemblées à la surface des végétaux, quand nous opérions à une grande distance des fabriques, même sous la direction du vent.

Ce résultat n'a pas varié, quelle que fût l'origine de l'eau répandue sur les surfaces végétales, car elle était toujours parfaitement neutre, soit qu'elle provint de la pluie, soit qu'elle fût le produit de la rosée, du serein ou de la condensation de brouillards humides.

Au contraire, à de faibles distances des fabriques, nous avons constamment trouvé une réaction acide à l'eau accumulée sur les plantes qui, placées dans la direction des courants gazeux, s'étaient trouvées enveloppées dans ces courants, quelle que fût d'ailleurs l'origine de cette eau.

Cependant, plusieurs fois aussi, à proximité des fabriques, nous nous sommes assurés que l'eau qui provenait de la rosée, du serein ou de l'humidité des brouillards et était répandue sur les surfaces végétales, ne contenait aucune trace d'acide même dans la direction du vent. C'est ce qui avait lieu quand les fumées ne se rabattaient pas vers le sol de façon à former contre terre des courants horizontaux, mais s'étendaient horizontalement à une grande hauteur ou s'élevaient obliquement dans l'atmosphère.

Les expériences que nous venons de rapporter font comprendre que sous un certain rapport la pluie favorise, aux environs des fabriques, l'action nuisible des gaz acides, du moins celle de l'acide chlorhydrique, car en mouillant les végétaux elle leur donne la faculté de condenser et de retenir momentanément beaucoup mieux ce corps sur leur surface.

Or, s'il en est ainsi, on comprend que, toutes choses égales d'ailleurs, l'influence nuisible que certains gaz acides exercent sur la végétation, au voisinage des fabriques de produits chimiques, y devra déterminer de plus fortes altérations pendant les périodes de pluie que durant les temps de sécheresse.

De là la nécessité de considérer aussi, comme un élément d'appréciation dans des recherches du genre de celles qui nous occupent, quels sont les vents pluvieux. Comme dans toute la partie du continent européen qui se trouve au nord des Alpes et des Pyrénées, les mêmes causes générales semblent régler la distribution des pluies, nous pouvons citer les observations que M. de Buch a faites à Berlin pour déterminer combien de fois chaque vent amène la pluie. Ce savant a trouvé que lorsqu'il a plu cent fois (1), les différents vents ont soufflé dans les proportions suivantes :

1° Sud-Est	32,8
2° Ouest.	24,8
3° Nord-Ouest.	14,4
4° Sud	10,2
5° Sud-Est	4,9
6° Est.	4,9
7° Nord.	4,1
8° Nord-Est	4,0

(1) KAEMTZ, *Cours de météorologie*, p. 136.

On voit, d'après ces données, que les vents d'Ouest et de Sud-Ouest, qui sont au nombre de ceux qui règnent le plus souvent, sont aussi ceux qui amènent le plus souvent la pluie.

IV. INFLUENCE DE LA SITUATION TOPOGRAPHIQUE, DE LA DISTANCE, DE LA CONFIGURATION ET DES MOUVEMENTS DU SOL.

Une circonstance à laquelle nous avons toujours eu égard comme étant d'une très-grande importance dans l'examen de l'état de la végétation, aux environs d'une fabrique de produits chimiques, c'est la situation topographique des lieux dans lesquels nous faisons nos recherches. Lorsque, par exemple, nous nous livrions à des investigations dans un bois, nous constatons quelles en étaient les parties qui par leur position se trouvaient exposées à être atteintes directement par les courants de gaz et de vapeurs provenant de l'usine, et à quelle distance elles étaient situées par rapport à celle-ci.

L'expérience nous a démontré que la plupart des dégradations que nous avons observées dans le voisinage des fabriques, et qui devaient être attribuées à leur influence, avaient été produites par les gaz acides venant frapper directement les végétaux sous forme de courants. Les altérations produites de toute autre façon n'avaient que beaucoup moins d'importance.

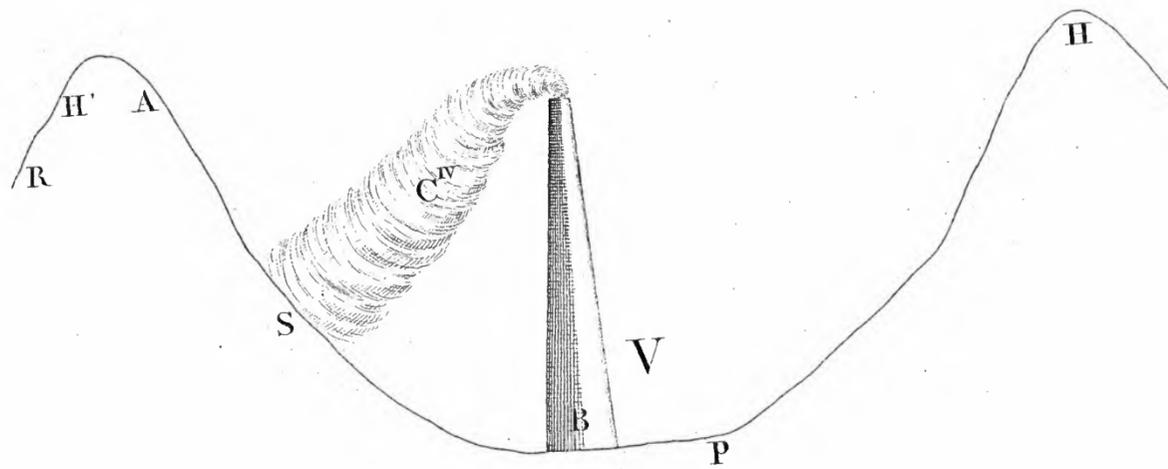
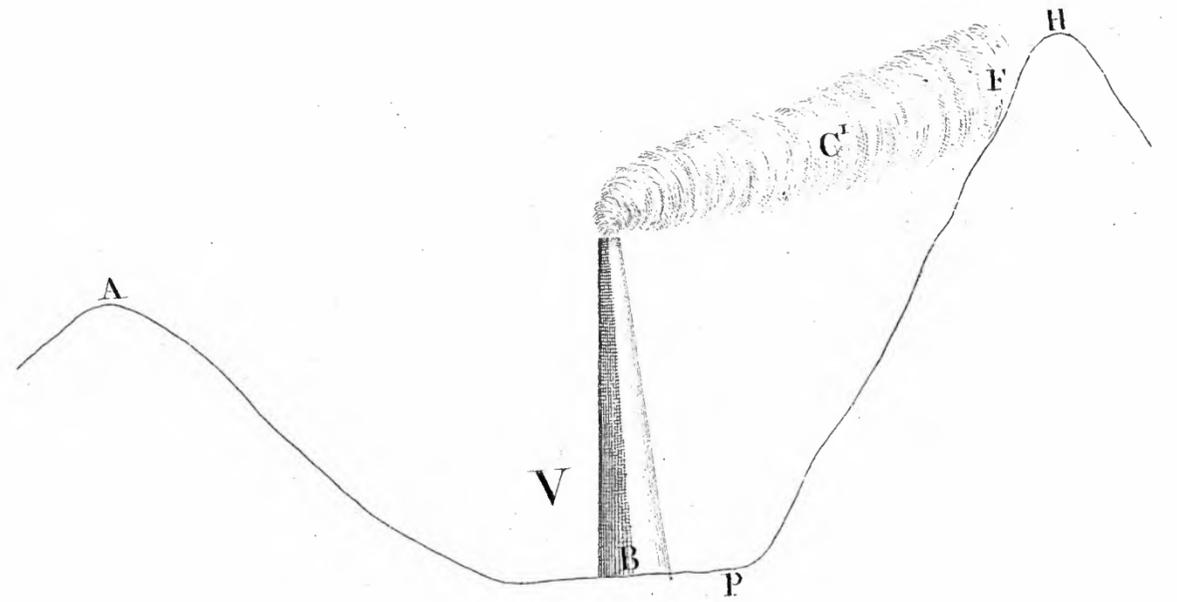
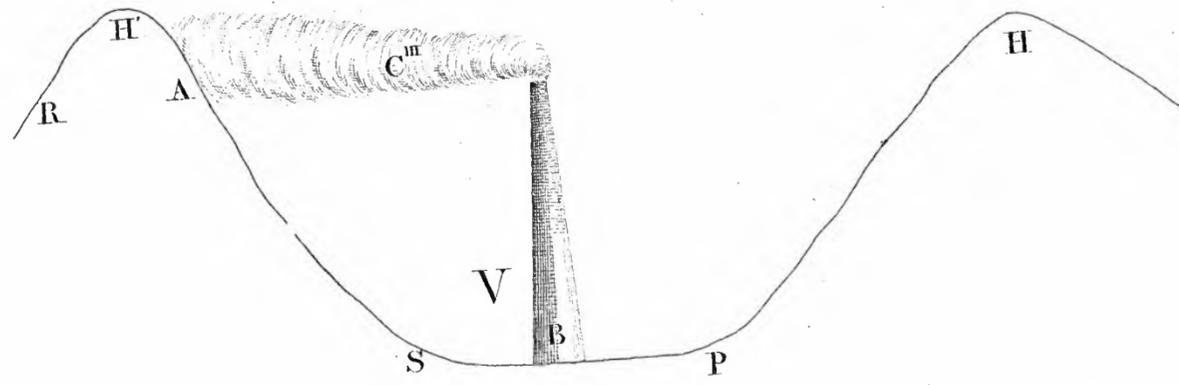
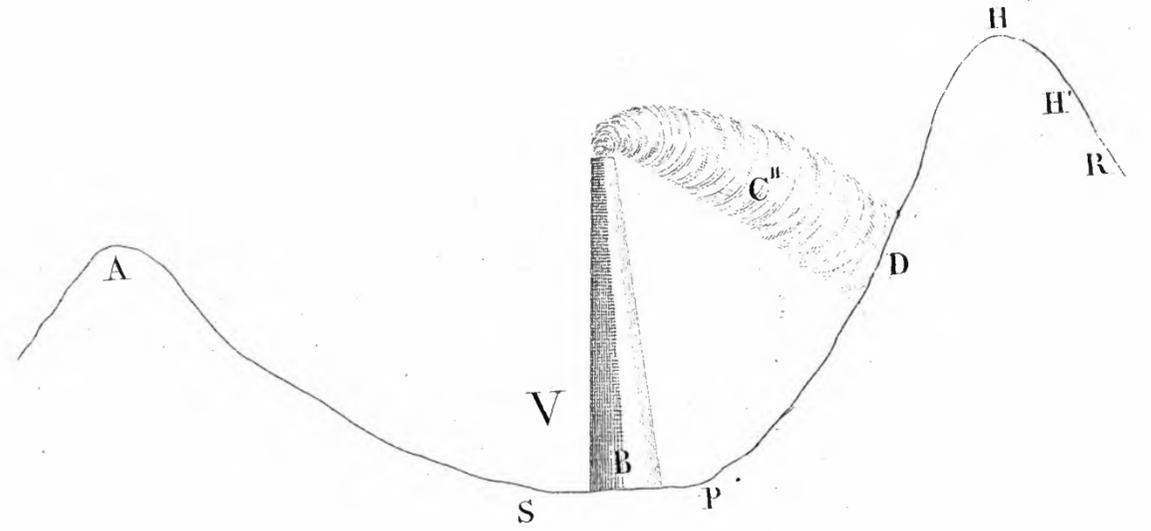
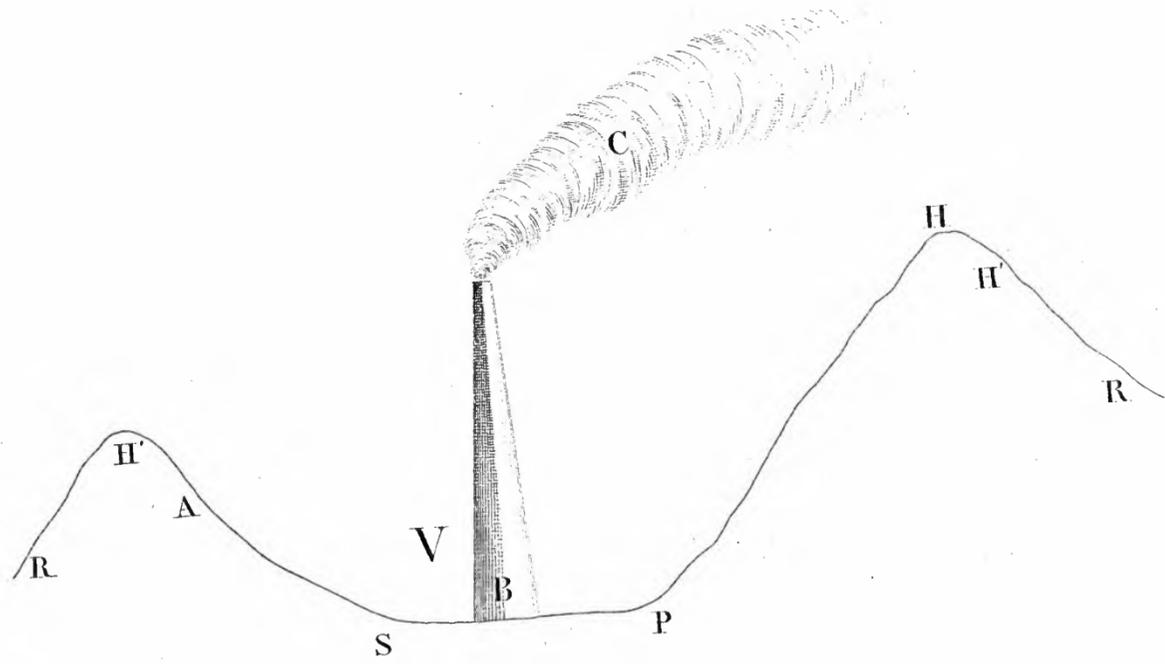
Or, c'est la situation topographique et la distance d'un point par rapport au centre d'où se dégagent les émanations acides qui font qu'il peut être frappé directement par celles-ci, ou qu'il se trouve plus ou moins à l'abri de leur contact. Une foule de cas différents peuvent se présenter; mais il est toujours aisé de reconnaître de quelle façon il faut procéder dans les investigations, car le plus souvent, de deux choses l'une : ou les colonnes de fumées qui s'échappent des cheminées des fabriques de produits chimiques commencent à tomber à une distance peu considérable de leur point de départ et forment ensuite des courants horizontaux, à la surface, ou bien elles se meuvent à une grande hauteur dans l'atmosphère, et s'étendent souvent très-loin, tout en se disséminant et en se dissipant progressivement.

Nous avons même remarqué plusieurs fois un cas mixte en quelque sorte par rapport aux deux précédents, c'est-à-dire le partage de la colonne de fumées en deux portions, dont l'une s'élevait obliquement dans l'atmosphère, et dont l'autre, après s'être rabattue vers le sol, constituait un courant horizontal un peu oblique par rapport à la direction du vent.

Lorsque les fumées ne se rabattent pas vers le sol, on observe généralement qu'elles suivent une direction plus ou moins horizontale ou s'élèvent obliquement dans l'air. Il est beaucoup plus rare de les voir se diriger dans un sens à peu près vertical.

On voit, dès lors, qu'après avoir constaté la position d'un point déterminé, relativement à la cheminée, il est aisé de voir s'il peut être ou non frappé par les fumées, et dans le premier cas quelle marche doivent affecter les colonnes aux atteintes desquelles il se trouve exposé.

Pour mieux faire comprendre quelle marche nous avons suivie, dans une détermination de ce genre, nous figurerons ici théoriquement plusieurs cas plus ou



moins analogues à quelques-uns de ceux qui se sont offerts à nous, en grand nombre, dans nos recherches.

Légende pour les cinq figures de la planche ci-annexée. — B, cheminée située dans un vallon V dont on a représenté la section transversale.

C, C', C'', C''', C''''', colonnes de fumées indiquant cinq cas bien distincts qui se produisent séparément ;

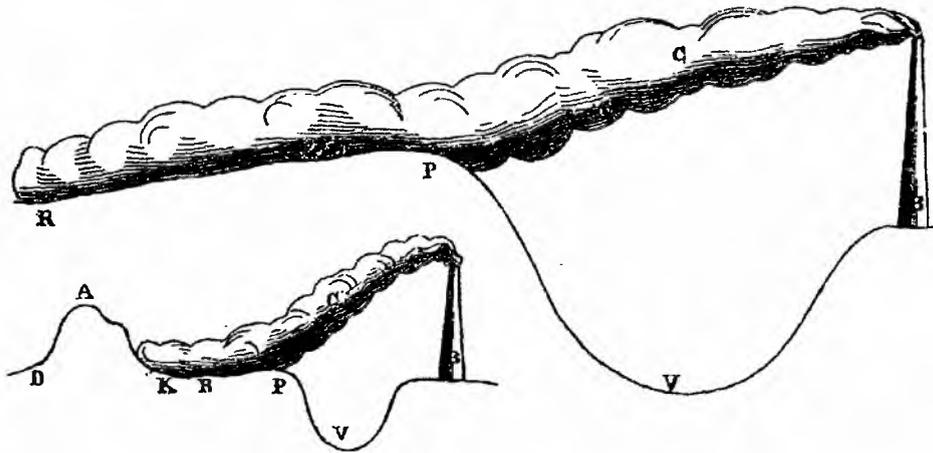
A S, côte qui n'est frappée en A que dans le cas représenté ici, où la colonne C''' s'étend horizontalement, et qui est atteinte en S quand les fumées sont rabattues vers le sol ;

P H, coteau frappé en D, par la colonne C'' de fumée rabattue, et en F par la colonne C' qui s'élève obliquement dans l'atmosphère, tandis qu'il n'est atteint nulle part par la colonne C, d'une direction beaucoup plus oblique ;

H' R surfaces qui à cause de leur position topographique ne sont jamais frappées par les colonnes de fumées de la cheminée.

Mais les fumées qui s'échappent de cette dernière ne contiennent pas absolument tous les gaz ou vapeurs nuisibles qui sont déversés dans l'atmosphère, par suite des opérations nécessitées par la fabrication des produits chimiques. Il en est d'autres encore, tels sont, par exemple, les acides sulfureux et sulfhydrique qui se dégagent des amas de mares de soude. Les émanations de cette seconde catégorie sont poussées dans le vallon suivant la direction du vent et finissent par s'y disséminer en s'y mélangeant avec une très-grande quantité d'air.

Les figures suivantes représentent des cas que nous avons aussi observés.

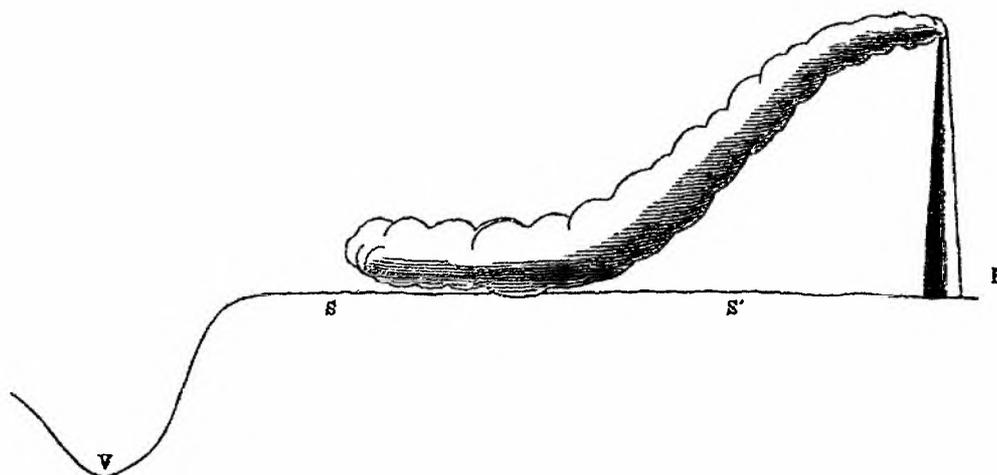


Légende. — B, cheminée ;

C, colonne de fumée qui, après s'être rabattue vers le plateau PR, constitue un courant horizontal qui rase le sol en affectant une forme ondulée ;

KAD, colline dont le versant AK est seul exposé à être battu par les fumées de la cheminée ;

V, vallon dans lequel les fumées rabattues s'engagent pour certaines directions de vent.



Légende. — B, cheminée ;

SS', surface du sol qui n'est atteinte par les colonnes de fumées que dans le cas où elles retombent vers la terre ;

V, vallon dont le fond comme les côtes sont à l'abri de l'atteinte des courants de gaz et de vapeurs.

Nous pourrions aux figures qui précèdent en ajouter encore un grand nombre d'autres, mais cela nous paraît inutile, puisque celles que nous avons données suffisent pour montrer quelle grande influence la situation topographique des lieux, la configuration et les mouvements du sol exercent sur les effets produits par les émanations des fabriques de produits chimiques dans des points déterminés. Quant au rapport qu'il y a entre la distance d'un lieu au centre des émanations des gaz acides, et les effets produits par ceux-ci, il est évident, puisque les courants qu'ils forment se raréfient, se mêlent d'air et se dispersent à mesure qu'ils s'éloignent de leur point de départ. Il résulte de là que l'influence fâcheuse que les gaz acides exercent sur divers végétaux ne se manifeste que dans un rayon limité autour des fabriques.

Après les indications que nous venons de donner relativement aux circonstances qui ont fixé notre attention dans les investigations relatives à l'état de la végétation, nous exposerons rapidement les principaux faits qui établissent d'une manière précise que diverses espèces de plantes souffrent notablement aux environs des fabriques de produits chimiques.

I. VÉGÉTAUX LIGNEUX.

Les végétaux ligneux se prêtent d'autant mieux à des observations du genre de celles dont nous étions chargés, qu'en raison de leur durée indéterminée, les dégradations qu'ils subissent à un moment donné sont encore sensibles l'année suivante, quand elles ont atteint les ramifications. Il en résulte que d'année en année, les dégâts s'additionnent en quelque sorte, et qu'on peut mieux juger ainsi des conséquences finales des altérations qu'ils ont éprouvées. En outre, les végétaux ligneux se présentant sous forme de haies, de buissons ou d'arbres isolés plus ou moins élevés, ont, quelle que soit d'ailleurs leur position au voisinage d'une fabrique de produits chimiques, différentes faces qui se trouvent dans des condi-

tions très-différentes d'exposition, par rapport au centre d'émanation des gaz acides.

Par conséquent, l'examen comparé de la végétation sur ces diverses faces fournit un ensemble de faits de la plus haute importance pour la solution du problème qui nous occupe ici.

Quelques exemples mettront cette vérité dans tout son jour.

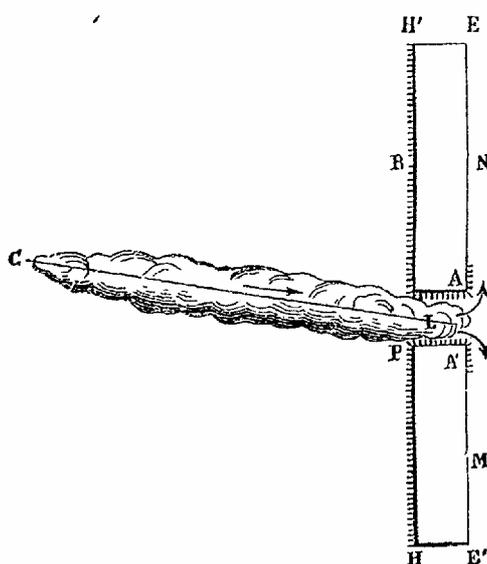
Supposons des arbres, des buissons, des haies situés dans une position où ils sont parfois atteints par les courants de fumées qui proviennent d'une fabrique de produits chimiques. Qu'en résultera-t-il? C'est que si les gaz acides contenus dans ces courants ont la faculté de nuire à ces végétaux, ils produiront nécessairement cet effet, partout où ils viendront en contact avec eux. Ainsi les faces frappées directement par les gaz devront être altérées, et celles qui sont préservées de leur atteinte devront rester intactes.

Voilà des considérations extrêmement simples et d'une exactitude évidente. Que faut-il en conclure? C'est que :

1° Pour tous les arbres, haies et buissons suffisamment touffus, les altérations qui sont dues à l'action directe des courants de gaz acides ne doivent s'observer que sur les faces tournées vers la fabrique d'où ceux-ci se dégagent, mais aucunement sur les faces opposées. Les premières, en effet, forment, dans ce cas, une sorte d'écran qui protège et abrite les dernières contre l'atteinte des courants gazeux ;

2° Au contraire, pour les arbres, les haies et les buissons qui sont très-peu épais et touffus, soit normalement, soit par suite de la perte d'un grand nombre de branches, ces altérations doivent se manifester jusque sur les faces opposées à l'usine ;

3° Dans une haie très-épaisse et touffue, toute lacune ou solution de continuité sur la face dirigée vers une fabrique, en permettant aux courants gazeux de s'y engager, doit donner lieu à l'existence d'altérations même sur quelques points de la face opposée à l'usine. Ainsi, par exemple, si C représente le sommet de la cheminée, HH' une haie dont HE est l'épaisseur, on voit qu'une por-



Légende. — HRPH', face exposée directement à l'atteinte des courants gazeux de l'usine et sur laquelle se manifestent des altérations ;

ENME', face qui est préservée comme derrière un écran de l'atteinte de ces courants, sauf en A et A' où existent des altérations.

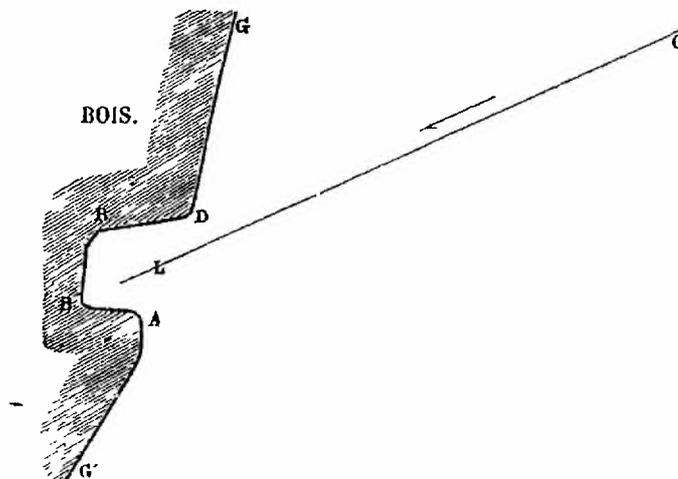
tion de la colonne de fumée, en frappant la haie à l'endroit de la lacune pourra y

pénétrer, la traverser en se divisant plus ou moins, puis se déverser en partie latéralement vers l'issue de cette solution de continuité, de manière à atteindre quelques points contigus à la lacune sur la face opposée à la cheminée ;

4° Dans un bois qui est composé de bas taillis et sur les lisières qui sont exposées à être frappées directement par les colonnes de fumées qui charrient les gaz acides, les altérations produites par ceux-ci ne s'observent que dans une zone toujours étroite et dont l'épaisseur est proportionnelle à la facilité plus ou moins grande que les courants de fumées éprouvent à y pénétrer ; aussi, cette largeur augmente-t-elle progressivement à mesure que le bas taillis s'éclaircit par les dégradations accumulées qui s'y produisent.

Dans ce dernier cas, en effet, les buissons situés tout au bord du bois, en se dégarnissant de feuillage et de branches, deviennent incapables d'opposer une barrière suffisamment efficace à la marche des courants ;

5° Toute solution de continuité dans une lisière de bois exposée à l'action directe de ces courants, donne nécessairement lieu à la production d'altérations qui se font remarquer à une plus grande distance du bord que dans le cas de non interruption de cette lisière. Soit, par exemple, une lisière GG' courant directement en vue de la cheminée C ; si la lisière accomplit un mouvement rentrant



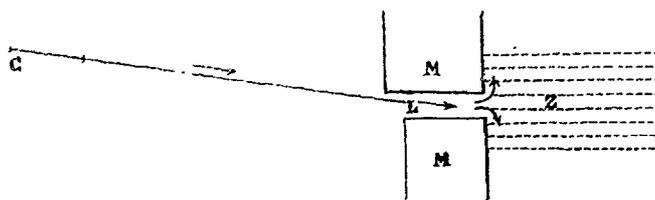
selon ABRD, il en résulte une lacune L dans laquelle viennent s'engouffrer les courants gazeux qui ont la direction CL. Les traces de l'action de ceux-ci doivent donc se manifester tout autour dans le taillis, suivant la ligne courbe ABRD, avec d'autant plus d'évidence que les gaz acides plus ou moins retenus dans la lacune L peuvent y exercer leur action avec plus d'énergie ;

6° Tout abri, tout obstacle, de quelque nature qu'il soit, qui s'oppose à ce que les courants de fumées aillent frapper certains végétaux ligneux, sensibles d'ailleurs à l'action des gaz acides, doit avoir pour effet d'empêcher que ces végétaux, placés comme derrière un écran, subissent les altérations qu'occasionneraient ces fumées sans cet obstacle ; cette espèce d'écran peut d'ailleurs consister en un pli de terrain, un bois, des plantations de peupliers ou d'autres arbres, formant comme un rideau, une haie, une ligne de maisons, un mur, etc., etc. Eh bien, voici une conséquence importante qui se déduit de cette considération : si c'est à un abri semblable que les végétaux ligneux de certaines espèces déterminées doivent

d'être sains et exempts des altérations que présentent des végétaux absolument de même nature, dans des positions où ils ne sont pas préservés de l'atteinte des courants qui charrient les gaz acides, il faut de toute évidence qu'ils cessent d'être inattaqués, qu'ils cessent d'être exempts de ces altérations, quand l'abri en question vient à leur faire défaut. Or, c'est précisément ce qui a lieu, d'après les nombreuses observations que nous avons faites, et qui nous ont indiqué cette déduction, ainsi du reste que toutes celles qui précèdent et ne constituent par là que l'explication et le commentaire des faits que nous avons constatés, avec une entière précision, dans nos investigations aux environs des fabriques de produits chimiques.

Citons ici, d'une manière générale, quelques-uns de ces faits, choisis parmi ceux qui nous ont montré quel parti nous pouvions tirer de la dernière déduction que nous venons d'indiquer, pour nous guider dans la recherche des dégâts produits par les émanations de gaz acides.

Tantôt nous avons vu des végétaux ligneux de même nature, de même âge, croissant dans le même terrain, sensiblement à la même distance d'une fabrique de produits chimiques, sous la même direction de vent, présenter, d'une part, des altérations profondes lorsqu'ils étaient placés en vue de la cheminée de cette usine, et d'autre part, n'en offrir aucune, quand ils se trouvaient cachés derrière une maison interposée entre eux et la fabrique. Tantôt, c'était une série de maisons ou de constructions diverses, placées les unes à côté des autres, d'une manière plus ou moins continue, et derrière lesquelles les végétaux ligneux ne présentaient aucune des dégradations que nous attribuons à l'action des gaz acides; mais une lacune, une solution de continuité venait-elle à se produire dans la suite des bâtiments, n'eût-elle que deux mètres environ de largeur, aussitôt les arbres de certaines espèces, placés derrière la lacune ou un peu latéralement par rapport à celle-ci, manifestaient dans leur feuillage ou leurs ramifications des altérations plus ou moins grandes. Voici une figure théorique, qui indique exactement les circonstances que nous venons de rapporter :



Légende. — C, cheminée ;

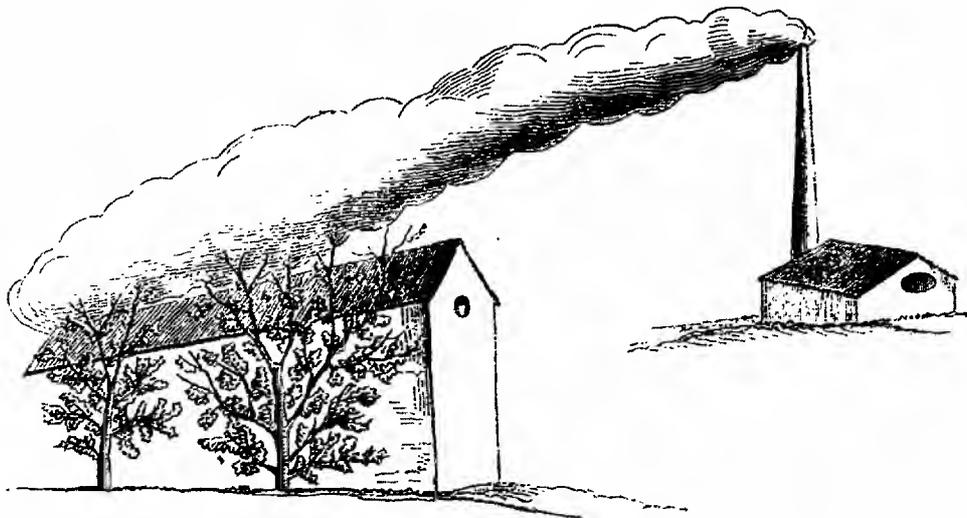
L, lacune entre les maisons M et M' ;

CL, direction des courants qui peuvent pénétrer et s'engager en partie dans l'espace de couloir constitué par la lacune L ;

Z, zone où était manifeste l'action des gaz acides sur certains végétaux ligneux.

Plusieurs fois aussi, nous avons remarqué que, dans des jardins exposés à être atteints par les fumées d'une fabrique de produits chimiques, des espaliers ou d'autres arbres protégés par un mur, avaient leur feuillage et leurs rameaux en très-bon état jusqu'au haut de ce mur, mais qu'au-dessus de celui-ci les feuilles étaient comme grillées et les jeunes pousses dépérissaient. C'est que le mur servant

d'écran à ces arbres, leurs rameaux n'avaient plus d'abri, une fois qu'ils le dépassaient.



Lorsque les végétaux ligneux, très-sensibles à l'action des gaz acides, croissent derrière une haie ou un rideau de buissons, nous avons aussi remarqué diverses circonstances d'une grande valeur démonstrative pour établir la nature de la cause des altérations qu'ils présentaient en certains cas.

Ainsi, par exemple, lorsque la haie ou les buissons qui leur servaient d'écran protecteur contre les gaz acides, étaient plus élevés qu'eux, et très-épais, très-touffus, toutes leurs feuilles et toutes leurs branches se trouvaient à l'état normal; mais, au contraire, quand la haie ou les buissons étaient moins élevés qu'eux, les feuillages et les rameaux de leur sommet offraient seuls des altérations, car à la partie inférieure, ils restaient en bon état. Enfin, une interruption venait-elle à se présenter dans la haie ou le rideau de buissons, dans toute la partie correspondante, les végétaux ligneux en question étaient altérés de la base au sommet, quand aucun autre abri ne les préservait de l'atteinte des colonnes de fumées.

Après avoir indiqué plusieurs des principales particularités qui nous ont guidés dans la recherche des dégradations dues à l'influence nuisible exercée par les gaz acides sur les végétaux ligneux, il importe de préciser comment elles étaient caractérisées.

ALTÉRATION DES FEUILLES ET DES STIPULES.

L'altération des feuilles et des stipules ⁽¹⁾ se manifeste principalement par un changement de couleur qui détermine des taches variables de position et d'étendue, selon les cas. Parfois dans les parties qui correspondent à ces taches les feuilles finissent par se déchirer et se perforer; mais, fait remarquable, le plus souvent, même lorsqu'ils sont fortement maculés, ces organes ne tombent pas immédiatement, bien que nous ayons remarqué que dans le cas qui nous occupe

(1) Sur l'aubépine, entre autres plantes, nous avons vu des stipules très-notablement altérées.

la défoliation ait lieu beaucoup plus tôt qu'à l'époque normale pour quelques essences, comme le coudrier, par exemple.

Nous avons constaté, par une multitude d'observations, que sur toutes les faces des végétaux ligneux exposées à être atteintes par les courants de fumées et en général, par les gaz acides qui se dégagent des fabriques, les principales taches des feuilles étaient marginales. En effet, nous avons toujours observé un contraste extrêmement frappant entre l'état du feuillage sur les divers côtés des arbres plus ou moins élevés, des haies, des buissons, selon leur position par rapport au foyer d'émanation des gaz acides. En vue de celui-ci, une partie plus ou moins grande des feuilles offraient des taches plus ou moins larges et continues, sur leurs bords assez souvent crispés et parfois recoquillés et déchiquetés. Ces taches marginales, encadrant les feuilles d'une manière plus ou moins complète et occupant une partie notable du limbe, n'existaient, au contraire, jamais sur les faces opposées à la fabrique lorsque les arbres, les haies et les buissons présentaient une épaisseur notable, et étaient suffisamment touffus.

Il en était autrement pour les arbres, les haies ou les buissons, extrêmement éclaircis par la perte d'un grand nombre de branches, ou trop jeunes encore pour avoir pu acquérir de nombreuses ramifications.

Ces faits ne sont susceptibles, à nos yeux, que de la seule et unique interprétation que nous leurs avons donnée, à savoir que les taches marginales des feuilles sont produites par l'action qu'exercent les courants de gaz acides, quand ils viennent frapper directement ces organes.

Outre les taches marginales continues que nous venons de signaler, nous en avons encore très-souvent observé d'autres qui existaient indifféremment sur toutes les faces des végétaux et occupaient une partie, soit de la surface moyenne du limbe, soit de ses bords. Mais, dans ce dernier cas, elles n'étaient pas plus ou moins continues, n'entouraient pas la feuille, au moins en grande partie, et n'avaient pas une forme essentiellement allongée. En effet, le plus souvent, les macules de cette seconde catégorie offraient une forme arrondie, bien que parfois aussi elles fussent irrégulières et un peu allongées. Nous les avons considérées comme généralement dues à l'action de gouttelettes aqueuses chargées d'une quantité d'acide très-minime. Quant à l'origine même de cette eau acide, il n'y a aucune difficulté à la concevoir, car elle peut provenir, dans les cas les plus ordinaires, soit de la pluie, soit des brouillards, soit, enfin, mais uniquement pour les faces tournées vers la fabrique, de la condensation d'un peu d'acide, opérée par les gouttes de rosée ou de serein, quand le feuillage est frappé par les courants de fumée charriant des gaz acides.

Cette manière de voir est évidemment conforme aux faits, car il est clair que l'eau de la pluie ou des brouillards qui tombe sous forme de gouttes, après avoir condensé une légère quantité d'acide, peut indifféremment atteindre toutes les faces des arbres, des buissons ou des haies.

En général, nous avons constaté que les taches de la seconde catégorie avaient sensiblement la même couleur que celles de la première. Dans quelques cas pourtant nous avons aussi vu le contraire, car vers la partie centrale des taches existait un petit dépôt de suie noirâtre, ce qui indiquait qu'en tombant la goutte aqueuse chargée d'acide, avait entraîné cette suie sortie de la cheminée en même

temps que les vapeurs d'eau, les gaz acides et les autres corps qui entrent dans la composition des colonnes de fumées.

Comme des vapeurs d'eau entrent pour une forte proportion dans la composition de ces dernières, on conçoit que même par un temps sec des gouttes d'eau chargées d'acide peuvent tomber sur les feuilles des végétaux situés en dessous du trajet que suivent les colonnes de fumée ; mais dans ce cas elles proviennent de la condensation d'une portion de la vapeur d'eau sortie de la cheminée en même temps que les gaz acides.

En résumé, nous avons donc constaté sur les feuilles deux espèces de taches dues à l'action des gaz acides ; les unes sont marginales et entourent toute la feuille ou tout au moins une partie considérable de celle-ci, en s'étendant jusqu'à une certaine distance de la nervure médiane et même parfois, mais rarement, jusqu'à cette nervure, de façon à envahir complètement le limbe. Elles se produisent quand les gaz acides viennent frapper le feuillage sous forme de courants, soit que ces acides agissent immédiatement, ou après avoir été en partie condensés par l'humidité répandue sur les feuilles et due à la rosée, au screin, à la pluie ou à l'influence des brouillards.

Les autres offrent la même couleur que les précédentes, mais ont beaucoup moins d'importance, car elles occupent une partie beaucoup moins grande de la surface des feuilles et sont en général, beaucoup moins nombreuses que celles-ci. Parfois *marginales*, mais plus souvent *centrales*, elles sont ordinairement plus ou moins arrondies, quoiqu'elles puissent aussi présenter une forme irrégulière et un peu allongée. De même que les premières, elles déterminent parfois la déchirure ou la perforation du limbe.

Quels que fussent, du reste, le nombre, la couleur, l'étendue ou la position des diverses espèces de taches en question, jamais nous n'y avons reconnu la moindre trace de cryptogames parasites, ni absolument aucun indice quelconque qui fût de nature à indiquer que le parasitisme animal eût été pour quelque chose dans la cause qui leur avait donné naissance. Elles ne provenaient pas non plus de maladies organiques ni de quelque vice spécial d'organisation.

Nous les avons constatées dans les espèces les plus diverses de terrains, et dans toutes les expositions : au Nord comme au Midi, au Levant comme au Couchant ; mais seulement au voisinage des fabriques de produits chimiques et point ailleurs, sauf dans quelques cas peu nombreux, où nous avons reconnu clairement la cause qui leur avait donné naissance, en occasionnant un préjudice plus ou moins grand à la vie des plantes sur les feuilles desquelles elles existaient. Nous citerons ici un de ces cas qui a été observé par un membre de la commission, dans la cour d'une ferme du Brabant. Là, trois grandes vignes très-belles et vigoureuses offraient une végétation tout à fait normale, sauf qu'on remarquait sur chacune d'elles une zone nettement limitée dans laquelle les feuilles avaient les bords roussis, crispés et recoquillés. Une pareille altération des feuilles présentait une analogie remarquable avec les taches marginales continues, signalées précédemment, comme dues à l'action des gaz acides ; il était donc important d'en rechercher la cause. Or, il fut constaté qu'à la partie inférieure de chacune des zones altérées de feuillage, existait une ouverture par laquelle s'échappaient les émanations provenant d'écuries et d'étables, dans lesquelles, faute de soins suffisants de propreté, s'exhalait une forte

odeur ammoniacale. Il était donc évident que c'était à des vapeurs nuisibles telles que du carbonate et du sulfhydrate d'ammoniaque qu'était due l'altération d'un certain nombre de feuilles de ces vignes, aussi les taches marginales n'existaient-elles exclusivement qu'au-dessus de l'ouverture par laquelle sortaient les émanations ammoniacales et autres (1).

Aux preuves déjà citées pour démontrer que les deux catégories de taches que nous avons observées au voisinage des fabriques, constituaient des altérations produites par des gaz acides, nous ajouterons :

1° Que les taches de la première catégorie n'existaient que dans les points exposés à être atteints par les courants formés par ces gaz, et qu'elles disparaissaient, même tout à fait à proximité d'une fabrique, sur les végétaux ligneux les plus vulnérables, dès qu'ils se trouvaient masqués par quelque abri interposé entre eux et l'usine ;

2° Qu'elles présentaient un développement très-inégal dans les diverses directions autour des fabriques, de manière à être nulles ou très-peu marquées dans certaines directions et très-notables dans d'autres. Ainsi, par exemple, c'est constamment dans les lieux battus par les vents d'Ouest, d'Ouest-Sud.Ouest, de Sud-Ouest, de Sud-Sud.Ouest, et de Nord-Est que nous avons observé les plus graves altérations dans le feuillage.

Or, comment interpréter ce fait si on ne l'explique pas en disant que de végétaux de même nature, ceux-là souffrent le plus, qui reçoivent le plus souvent les courants de gaz acides ; ce qui a lieu pour ceux vers lesquels les colonnes de fumée sont poussées par les vents dominants (2) ;

3° Qu'à part l'intensité, elles offraient absolument les mêmes caractères, tout à fait à proximité des fabriques et dans des points où l'action des émanations de ces dernières était immédiatement évidente, qu'à des distances beaucoup plus grandes de ces établissements, où la même influence ne se manifestait plus avec une évidence aussi complète ;

4° Qu'à partir d'une certaine distance et dans une direction déterminée, nous avons constaté constamment qu'elles décroissaient à mesure que nous nous éloignons des fabriques, car elles s'affaiblissaient et s'effaçaient progressivement et finissaient par disparaître complètement ;

5° Qu'ayant agi sur les feuilles de plusieurs espèces de plantes ligneuses avec de faibles doses d'acide chlorhydrique, nous avons obtenu à volonté des taches tout à fait analogues à celles qui constituaient les altérations en question. C'est, par exemple, l'effet qui s'est produit pour les feuilles de coudrier, de pommier, de cerisier et groseillier, etc., espèces sur lesquelles nous avons particulièrement dirigé nos recherches, parce que nous en avons plusieurs pieds à notre disposition.

Bien que l'ensemble des faits que nous avons exposés jusqu'ici soit assez con-

(1) Ce fait montre bien que, quelle que soit leur nature, les émanations nuisibles qui viennent frapper les feuilles sous forme de courants, tendent à maculer leurs bords avec plus ou moins d'uniformité.

(2) Voir plus haut ce que nous avons dit de la fréquence relative des vents.

Quant pour ne laisser aucun doute sur la nature de la cause des altérations de feuillage qui ont été décrites ci-dessus, nous avons entrepris, à titre de renseignement, quelques recherches chimiques, dont il sera rendu compte ultérieurement, mais sur les résultats desquels nous pouvons nous appuyer dès à présent. Or, ces recherches nous ont fourni de nouvelles preuves de la possibilité et de la réalité de l'action des gaz acides sur les feuilles.

Elles nous ont démontré en effet : 1° que dans certaines directions autour des fabriques de produits chimiques, l'eau répandue sur la surface des feuilles contient dans certaines circonstances quelque acide minéral provenant de ces fabriques, à savoir un peu d'acide chlorhydrique ;

2° Qu'en opérant dans des conditions convenables sur des feuilles de chêne et de charme (1), affectées des altérations indiquées, on peut parfois y démontrer la présence d'une très-petite quantité d'acide chlorhydrique ; tandis que rien de semblable n'a lieu pour des feuilles saines des mêmes essences, cueillies loin des fabriques de produits chimiques ;

3° Qu'en soumettant, enfin, à l'analyse chimique des feuilles sur lesquelles ont été produites à volonté et à l'aide d'acide chlorhydrique des taches très-nombreuses et très-étendues, feuilles cueillies huit jours après avoir été soumises à l'action de cet acide, on n'y trouve, de même que dans le cas précédent, qu'une quantité très-faible d'acide chlorhydrique.

Faisons maintenant l'énumération des végétaux ligneux sur le feuillage desquels nous avons constaté l'existence d'altérations plus ou moins nombreuses, qui offraient tout ou partie des caractères que nous avons indiqués ci-dessus. Voici les noms de la plupart de ces végétaux que nous n'entendons nullement énumérer ici, selon leur degré de sensibilité à l'influence nuisible des gaz acides.

- 1° *Charme* (*carpinus betulus*) ;
- 2° *Charmille* (*carpinus incisa*) ;
- 3° *Coudrier* (*corylus avellana*) ;
- 4° *Chêne* (*quercus robur*) ;
- 5° *Hêtre* (*fagus sylvatica*) ;
- 6° *Bouleau* (*betula alba*) ;
- 7° *Sycomore* (*acer pseudoplatanus*) ;
- 8° *Erable* (*acer campestre*) ;
- 9° *Saule* (*salix cinerea*) ;
- 10° *Aubépine* (*cratægus oxyacantha*) ;
- 11° *Fusain* (*evonymus europæus*) ;
- 12° *Orme* (*ulmus campestris*) ;
- 13° *Tilleul* (*tilia platyphyllos*) ;
- 14° *Prunellier* (*prunus spinosa*) ;
- 15° *Mélèze* (*larix europa*) ;
- 16° *Ronce* (*rubus fruticosus*) ;
- 17° *Frêne* (*fraxinus excelsior*) ;

(1) Nous avons choisi ces essences qui sont l'une et l'autre extrêmement répandues dans la plupart des bois dans la province de Namur.

- 18° *Peuplier blanc* (*populus alba*) ;
 19° *Peuplier d'Italie* (*populus fastigiata*) ;
 20° *Tremble* (*populus tremula*) ;
 21° *Tuya* (*tuya orientalis*) ;
 22° *Vigne* (*vitis vinifera*) ;
 23° *Pruniers de diverses variétés* (*prunus domestica*) ;
 24° *Pommiers* — (*malus communis*) ;
 25° *Poiriers* — (*pyrus communis*) ;
 26° *Cerisiers* — (*cerasus vulgaris*) ;
 27° *Groseilliers de diverses espèces* (*ribes rubrum*, *ribes aureum*, *ribes sanguineum*, etc.) ;
 28° *Rosiers* (*rosa gallica*, etc.) ;
 29° *Lilas* (*syringa vulgaris*) ;
 30° *Syringa* (*philadelphus coronarius*) ;
 31° *Framboisier* (*rubus idæus*) ;
 32° *Spirées de diverses espèces* (*spiræa ulmaria*, *spiræa lanceolata*, *spiræa bella*) ;
 33° *Houblon* (*humulus lupulus*) ;
 34° *Aunes* (*alnus communis*, *alnus incana*).

La couleur des taches variait pour ces divers végétaux du blanc livide légèrement nuancé de jaune pâle ou de brunâtre jusqu'au brun, au brun jaunâtre, ou roussâtre, au roux cannelle, au brun grisâtre ou noirâtre, et au gris noirâtre. Ainsi, par exemple, sur les feuilles de chêne, les taches étaient d'un blanc jaunâtre ou brunâtre pâle ; leur couleur se rapprochait du brun pour les feuilles de charme et de charmille, de prunier, de pommier, de groseillier ; du roussâtre, pour celles de noisetier, de vigne, de rosier ; du brun noirâtre et du gris noirâtre, pour les poiriers, etc.

Toutefois, il y a une différence extrêmement grande, entre les divers végétaux ligneux, quant au degré de sensibilité de leur feuillage, par rapport à l'action des gaz acides. Ainsi, sous ce rapport, les charmes et les charmilles sont de toutes les plantes que nous avons observées celles qui sont les premières et le plus fortement attaquées, de telle façon, que quand on s'approche d'une fabrique de produits chimiques en examinant l'état de la végétation, les charmes et les charmilles sont les premières essences qui se montrent altérées. De même, quand on s'éloigne de cette fabrique, ces végétaux se montrent encore altérés à des distances où toutes les autres essences n'offrent plus aucun signe d'altération.

Les *aunes* (*alnus*) sont, au contraire, de tous les végétaux ligneux ceux qui semblent résister le mieux à l'action des gaz acides ; car nous avons vu, plusieurs fois, des pieds d'aune commun (*alnus communis*), qui, quoique se trouvant à une petite distance d'une fabrique de produits chimiques, dans une situation qui les exposait assez fréquemment aux émanations acides, n'offraient de taches que sur un nombre très-restreint de feuilles, et ne souffraient pas, en définitive, d'une manière sensible du voisinage de cette fabrique.

Le chênes, les coudriers, les bouleaux, sont assez sensibles à l'influence fâcheuse des gaz acides, et il en est de même de diverses variétés de pommiers, de poiriers et de pruniers. Nous avons, en effet, constaté, par une foule d'obser-

vations, que les arbres de ces espèces offraient de très-grandes différences dans l'état de leur végétation, selon les variétés auxquelles ils appartenaient. Ainsi, par exemple, les pommiers de la variété, dite *court-pendu*, se sont montrés partout beaucoup plus vulnérables que ceux qui appartenaient à d'autres variétés.

Cependant, nous avons aussi parfois remarqué, qu'il y a une analogie frappante entre les végétaux congénères, quant à la facilité avec laquelle ils se laissent altérer par les gaz acides ou résistent à leur influence nuisible.

C'est ainsi que les diverses espèces du genre peuplier, comme le tremble (*populus tremula*), le peuplier blanc (*populus alba*), le peuplier d'Italie (*populus fastigiata*), etc., etc., résistent en général, assez bien, à l'action des gaz acides, en ce sens qu'ils n'offrent point d'altération, là où beaucoup d'autres végétaux ligneux en présentent, et qu'il faut qu'ils soient *très-exposés* aux effluves d'émanations acides, pour que leur végétation en soit ostensiblement affectée.

Quant au rayon dans lequel l'altération du feuillage des végétaux ligneux s'observait autour des fabriques de produits chimiques, il nous a été impossible de le fixer d'une manière absolue.

En effet, il dépend d'une foule de circonstances locales et variables, et, ces circonstances fussent-elles constantes, ce rayon différencierait encore en quelque sorte pour chaque espèce végétale. On sera aisément convaincu de cette vérité en considérant :

1° Que l'action nuisible des émanations d'une fabrique de produits chimiques doit se faire sentir d'autant plus loin, toutes choses égales d'ailleurs, que l'importance de la fabrication y est plus grande, et que les procédés de condensation employés pour retenir les gaz acides et les empêcher de se dégager dans l'atmosphère, y sont moins parfaits en eux-mêmes et moins bien mis en pratique ;

2° Que l'action des gaz acides doit se faire sentir à une distance d'autant plus considérable, que la configuration et les mouvements du sol s'opposent moins à ce que les courants qu'ils forment s'étendent et cheminent librement dans toutes les directions ;

3° Que le rayon d'influence nuisible, dans une direction déterminée, dépend encore, non-seulement de la fréquence plus ou moins grande du vent qui souffle dans cette direction et de la faculté qu'a celui-ci d'amener plus ou moins fréquemment la pluie, mais encore, très-souvent, du niveau du sol par rapport aux centres d'émanations des gaz acides ;

4° Qu'il est, par conséquent, en rapport avec la hauteur plus ou moins grande des cheminées, de façon qu'en général, il s'étend d'autant plus loin que les cheminées sont plus élevées ;

5° Que dans une direction déterminée, l'état de la végétation montre que ce rayon s'étend aussi d'autant plus loin que les végétaux qui croissent dans les terrains situés dans cette direction sont plus susceptibles d'être altérés par les émanations des fabriques ;

6° Qu'enfin, certaines circonstances météorologiques qui ne sont point fixes, mais susceptibles de varier d'année en année, peuvent tantôt étendre le rayon dans telle direction, tantôt, au contraire, le raccourcir.

En résumé, on voit que de nombreuses circonstances, qui sont la plupart variables, contribuent à déterminer autour des fabriques de produits chimiques

la grandeur du rayon de l'influence nuisible qu'elles exercent sur la végétation. Fixer ce rayon d'une manière absolue et générale, est donc chose impossible ; mais on peut constater, dans chaque cas donné, jusqu'où, dans les diverses directions autour d'une fabrique de produits chimiques, les végétaux ligneux présentent les altérations que nous avons indiquées.

C'est ainsi que dans plusieurs cas, nous avons vu des poiriers, des pommiers, des pruniers de la variété dite *mirabelle*, notablement altérés jusqu'à un kilomètre de distance au Sud-Ouest du centre d'émanations des gaz acides, tandis qu'au Nord-Est de celui-ci, des effets du même genre s'observaient jusqu'à 1,200 et même 1,500 mètres.

De même parfois, dans la direction des vents dominants, nous avons constaté que les charmes et les charmes étaient altérés jusqu'à une distance d'environ 2,000 mètres, mais que relativement aux autres végétaux, le rayon d'influence nuisible n'était pas aussi grand, bien que pour les chênes, les bouleaux, les sycamores, les condriers, les érables, etc., nous l'ayons vu s'étendre d'une manière très-marquée jusqu'à 1,100 et même 1,200 mètres de distance de son point d'origine.

Enfin, dans la direction des vents les moins fréquents, le rayon en question était toujours beaucoup plus restreint que dans celle des vents dominants.

C'est autour des fabriques de Risle et d'Auvelais que nous avons vu les altérations du feuillage des végétaux ligneux s'étendre le plus loin. A en juger par l'état des feuilles, à Mornimont et surtout à Floreffe, le rayon de l'influence nuisible était notablement plus raccourci.

Comme nous nous sommes assurés que ces faits ne tenaient pas uniquement, ni même principalement, à la différence de position topographique de ces établissements, nous les avons attribués au moins en partie, soit à l'importance de la fabrication, soit aux procédés mis en usage.

Il importe d'examiner maintenant les suites de l'altération d'une partie plus ou moins grande des feuilles des végétaux ligneux ; voyons donc quelles en sont les conséquences physiologiques.

Des deux catégories de taches que nous avons indiquées comme dues à l'influence médiate ou immédiate des émanations acides, aucune ne donne lieu, à proprement parler, à une maladie organique des végétaux, et, au point de vue de la vie de ceux-ci, leurs conséquences sont les mêmes, quant au fond, et ne diffèrent que par leur degré d'importance. En effet, les taches marginales continues, et plus ou moins larges que nous avons envisagées comme produites par l'action immédiate et directe des gaz acides, ayant en général beaucoup plus d'étendue que les taches dues à l'action médiate de ces gaz, il en résulte qu'elles déterminent aussi des effets beaucoup plus importants, quoique de même nature, au fond, que ceux qui proviennent de ces dernières.

Les feuilles étant des organes d'une importance fondamentale, toute cause qui tend à les altérer, à les détruire ou à en déterminer la chute prématurée, nuit par cela même d'une manière considérable à la nutrition des plantes. En effet, elles puisent dans l'atmosphère certains principes, surtout des gaz, qui sont nécessaires à la vie des végétaux, elles constituent les organes de la respiration végétale et représentent ainsi, selon la comparaison ingénieuse d'un illustre botaniste anglais,

les pounions des plantes. Or , de même que par la fonction de respiration chez les animaux, le sang acquiert les propriétés voulues pour devenir la substance véritablement alibile des divers organes, ainsi la sève ascendante dans les végétaux, s'élabore dans les feuilles et devient propre à nourrir toutes les parties. Mais cette élaboration ne résulte pas uniquement de la respiration, elle consiste aussi en ce que la sève ascendante se dépouille dans les feuilles de l'excès d'eau qu'elle renferme, par la transpiration et l'exhalation aqueuse dont celles-ci sont le siège. Par ce dernier phénomène, l'ascension de la sève se trouve accélérée et activée de la manière la plus efficace. Enfin, les feuilles servent encore à l'excrétion végétale. Ces diverses fonctions des feuilles sont d'une telle importance qu'avec les racines elles doivent être envisagées comme les principaux organes de la nutrition. En se couvrant de taches qui occupent une partie souvent très-considérable de leur surface et parfois même leur surface entière, les feuilles, sans tomber immédiatement, dans la plupart des cas, cessent de remplir leurs fonctions d'une manière complète. En effet, dans toute la portion du parenchyme qui correspond aux taches, la chlorophylle est complètement détruite, ou tout au moins très-profondément altérée, et aucune trace d'activité vitale ne s'y manifeste plus. Toute fonction physiologique s'y trouve donc complètement abolie. Au contraire, les parties qui ont conservé leur couleur verte continuent à fonctionner avec plus ou moins d'activité (*). Par conséquent, toutes les fonctions qu'accomplissent les feuilles subissent un ralentissement qui a pour effet de déprimer l'énergie vitale et d'entraver notablement la croissance des végétaux, quand elles sont attaquées en grand nombre.

La dégradation du feuillage des jeunes pousses peut avoir pour conséquence le dépérissement de celles-ci.

ALTÉRATION DES BOURGEONS ET DES RAMIFICATIONS.

Malgré les corps protecteurs qui les entourent, les bourgeons ou les rudiments de bourgeons ne sont pas à l'abri de l'influence exercée par les gaz acides.

Au printemps, en effet, nous avons remarqué, sur diverses essences, de nombreux bourgeons qui, formés en 1854, pour s'épanouir et contribuer à la première feuillaison de 1855, avaient péri avec les ramuscules qui les portaient, à la surface desquels ils étaient restés fixés.

De même encore, pendant cet automne, nous avons constaté qu'un certain nombre de jeunes pousses de l'année étaient mortes avec leurs bourgeons, et que d'autres dépérissaient à partir de leur extrémité. Dans ce cas, au bout des ramuscules, les bourgeons étaient complètement morts; plus bas, ils n'étaient altérés qu'à leur surface, tandis qu'à la base ils étaient encore intacts. Des circonstances du même genre s'observaient pour l'enveloppe herbacée de l'écorce.

(*) Nous disons plus ou moins d'activité, parce que dans quelques cas peu nombreux, du reste, nous avons vu la couleur verte de la feuille passer au jaunâtre tout autour des taches; fait qui indiquait une dépression dans l'activité vitale.

Dans l'examen des altérations des bourgeons, des jeunes pousses et des rameaux de toute grosseur, nous avons eu constamment égard, comme pour le feuillage, à la position par rapport aux fabriques de produits chimiques.

A mesure que nous avons observé des essences plus sensibles à l'action des gaz acides, ou des végétaux plus exposés à l'atteinte de ceux-ci, nous avons vu les dégradations se manifester sur des branches de plus en plus grosses. Parfois même, les végétaux avaient fini par périr entièrement.

D'ailleurs, dans la recherche des causes qui avaient amené les dégradations, nous avons pris en considération la nature du sol, du sous-sol, et toutes les circonstances quelconques de nature à nous guider dans une question de ce genre.

Nous n'entrerons pas ici dans de longs détails à cet égard, et nous nous bornerons à renvoyer au compte rendu ou résumé des observations que nous avons faites sur la végétation aux environs des fabriques de produits chimiques.

Il suffira, pour le moment, de faire remarquer que dans le cas d'arbres complètement morts, l'analogie a dû être prise en sérieuse considération. On comprend, en effet, que si, à côté d'arbres offrant des altérations qui, par l'ensemble de leurs caractères, doivent être rapportées à l'action des gaz acides, on trouve dans les mêmes conditions, des arbres de même espèce, qui sont tout à fait morts, il est très-probable qu'ils ont péri sous l'empire de cette cause; à la condition bien entendu, qu'aucune circonstance particulière, comme l'âge, l'état de ces arbres, etc., ne s'oppose à une telle conclusion. C'est l'observation qui, dans chaque cas spécial, doit fournir, quand c'est possible, des indications suffisantes à cet égard.

VÉGÉTAUX NON LIGNEUX.

Les plantes herbacées ne nous ont pas offert, en général, d'altérations aussi graves ni aussi manifestes que les végétaux ligneux. Il s'en faut de beaucoup.

Toutefois, nous avons observé dans quelques cas des fougères, des orties, diverses espèces de graminées spontanées, une pièce d'orge de mars, un champ de trèfle qui avaient notablement souffert sous l'influence d'émanations acides, et offraient des altérations que nous n'avons absolument observées qu'à proximité des fabriques de produits chimiques.

Un fait important à signaler c'est que ces taches produites sur les feuilles par les gaz acides ne coïncidaient qu'avec une altération locale et circonscrite des tissus, et n'avaient en aucun cas amené de maladie organique.

C'est ce que nous avons remarqué sur des feuilles de pomme de terre, de haricot, de trèfle, de luzerne, de navet, de chou, de betterave, etc., qui nous ont offert plusieurs fois, aux environs des fabriques de produits chimiques, des taches blanchâtres ou d'un blanc légèrement jaunâtre qui nous ont présenté tous les caractères des taches que nous avons obtenues artificiellement avec de l'eau chargée d'une très-petite quantité d'acide chlorhydrique.

En général, le nombre de ces taches était peu considérable et dans beaucoup de cas, elles ne paraissaient aucunement avoir nui à la vigueur des plantes sur lesquelles elles s'observaient.

Un point de la plus haute importance pour l'appréciation de la nature des taches, c'est que, quand elles ont été produites par l'action d'un acide, il ne s'y

développe, à aucune époque, de cryptogames parasites, épiphyllés et biogènes (1).

Ce fait nous l'avons conclu, non-seulement de nos observations aux environs des fabriques de produits chimiques, mais encore des expériences que nous avons faites directement sur beaucoup de planches dont nous avons maculé une partie des feuilles, à l'aide d'eau contenant une très-minime proportion d'acide chlorhydrique ou sulfurique.

Lorsque cette eau chargée d'acide déterminait des taches, dans le tissu qui correspondait à celles-ci, avait lieu l'abolition de toute fonction vitale, et jamais en continuant d'observer ces taches nous n'avons vu, à aucune époque, s'y engendrer de végétaux parasites biogènes. Il y a même plus : c'est qu'il est extrêmement rare que nous ayons vu s'y produire des parasites *nécrogènes*, aussi longtemps que les feuilles restaient attachées aux pieds qui les portaient.

D'ailleurs, le premier fait pouvait déjà être admis théoriquement, car il est clair que les petits végétaux cryptogamiques qui se produisent sur des feuilles pendant l'état d'activité vitale de celles-ci, ne doivent absolument plus rencontrer les conditions indispensables à leur développement, dans les parties de ces feuilles qui, *physiologiquement*, viennent à être frappées de mort par l'action de l'un ou l'autre acide.

Puisqu'il est impossible d'admettre que les parasites biogènes du règne végétal puissent exister dans les taches engendrées par l'action des acides, on conçoit tout le parti que la science peut tirer de là pour le diagnostic des taches et la recherche de la cause qui les a produites. Or, comme les cryptogames parasites jouent un très-grand rôle, dans la production des taches, sur une foule des végétaux, nous avons dû, dans nos investigations avoir constamment égard à cette circonstance.

M. Kickx, professeur à l'université de Gand, membre de l'académie des sciences, et auteur d'excellents travaux sur les végétaux cryptogamiques du Brabant et des Flandres, a bien voulu se charger de déterminer avec précision et de classer (2) une longue série de cryptogames reconnus comme cause de taches constatées sur les feuilles d'un grand nombre de végétaux (3). Une foule de personnes de la province de Namur, prenant pour des altérations produites par les gaz acides, les taches dues uniquement au parasitisme végétal, nous indiquerons ici une partie des plantes qui nous ont offert des taches de cette catégorie. Mais, afin de mieux montrer combien de causes différentes peuvent donner lieu à des taches sur les feuilles, nous entrerons aussi dans quelques considérations générales sur la nature des taches qui ne résultent pas de l'action des gaz acides, et qui pourtant ont été, au moins en partie, envisagées comme telles.

(1) On appelle plante parasite, épiphyllé et biogène, celle qui se développe sur les feuilles d'une autre plante pendant leur état d'activité vitale.

(2) Il eût été extrêmement long de déterminer constamment les espèces; ce qui eût d'ailleurs été sans utilité, puisqu'ici le seul but utile, c'était de constater si des taches données avaient été produites par quelque parasite du règne végétal ou par une autre cause. Souvent donc on s'est borné à l'indication du genre, etc.

(3) Les déterminations de ce savant formant autorité dans des questions de cette nature, la commission a été heureuse du concours qu'il a bien voulu lui prêter sous ce rapport, après qu'il s'est trouvé rétabli de la longue indisposition qui l'avait forcé, au printemps, de s'en retirer.

I. Taches produites par le parasitisme végétal.

A. Plantes de grande culture ou de culture maraîchère (1).

1° *Pommes de terre*. — Indépendamment des taches qui caractérisent la maladie des pommes de terre et sur lesquelles nous avons constamment trouvé le *botrytis infestans*, nous avons encore observé trois espèces de macules qui provenaient du parasitisme végétal, à savoir : des taches jaunâtres et des perforations produites par le *phyllosticta destruens*, d'autres, d'un brun plus ou moins foncé, dues, les unes, à une *mucédinée*, les autres, à un *septoria* ;

2° *Céréales*. — Comme nous nous occupons plus loin d'une manière toute spéciale des céréales, nous nous bornerons à mentionner ici les macules allongées, jaunâtres ou brunâtres observées sur des feuilles d'orge, produites par un *septoria*, et les petites taches brunes, linéaires, dues à un *uredo* (probablement *l'uredo linearis*) ; elles existaient sur les feuilles et les chaumes ;

3° *Féveroles*. — Nous avons observé sur des feuilles et des tiges de féveroles plusieurs espèces de macules. Parmi celles-ci, les plus importantes, produites par des *septoria*, affectaient les feuilles. Elles étaient arrondies, rougeâtres, ou d'un brun rougeâtre, excessivement abondantes d'abord et alors petites, mais prenant souvent beaucoup d'extension, et finissant par se confondre plus tard en grandes macules noirâtres, souvent accompagnées de déchirures ou de perforations.

Ces taches, qui existaient cette année en nombre infini dans un foule de champs de féveroles, et qui sont connues dans la science depuis très-longtemps, nous ont pourtant été signalées par presque tous les cultivateurs (2), comme provenant de gouttes d'eau pluviale chargées d'acide chlorhydrique. Que les habitants des campagnes se rassurent ; ils sont dans une très-grande erreur. Les *septoria*, petits végétaux parasites biogènes qui engendrent les taches en question en se développant sur les feuilles des féveroles, ne se produisent en aucun cas, quand on fait agir sur ces feuilles de l'eau contenant un peu d'acide chlorhydrique. Ainsi que nous nous en sommes assurés, il se produit alors des macules rougeâtres, qui bientôt passent au blanchâtre, tout en restant limitées par un liséré rouge ; mais jamais ces taches produites ainsi artificiellement ne deviennent le centre du développement de *septoria*, ni d'aucun parasite *biogène* ni même *nécrogène* quelconque.

D'ailleurs, circonstance remarquable, c'était toujours sur les feuilles inférieures, *bien mieux garanties que les autres contre la pluie*, que se montraient en premier lieu les taches dues aux *septoria*, et jamais nous n'avons remarqué absolument le moindre rapport entre le degré de développement de cette altération des feuilles, et la situation des champs de féveroles par rapport aux fabriques de produits chimiques. Bien plus, c'est souvent à plusieurs lieues de celles-ci que nous avons

(1) Toutes les taches dont il va être question étaient considérées par beaucoup d'habitants des campagnes comme la preuve évidente de l'influence nuisible des fabriques de produits chimiques.

(2) Ce sont ces taches qu'ils désignaient sous le nom de maladie des féveroles.

constaté les plus grands dégâts dans les pièces de féveroles ; car, dans des cas assez nombreux, nous avons vu que les plantes avaient notablement souffert, par suite de la prodigieuse quantité de taches qu'avaient engendrées les *septoria*.

La même maladie des féveroles existait dans la plupart de nos provinces, sinon dans toutes. Nous l'avons observée spécialement dans le Hainaut, le Brabant et la Flandre orientale.

Dans quelques communes nous avons aussi trouvé sur les feuilles et les tiges des féveroles une autre espèce de taches produites par *l'uredo leguminosarum*.

4° *Fèves de marais*. — Dans plusieurs cas, les feuilles de fèves de marais nous ont offert des taches d'un brun rougeâtre dues à des *septoria* et qui étaient entièrement différentes des dépôts brunâtres formés par l'excrétion gluante des pucerons souvent si communs sur ces plantes.

5° *Betteraves*. — Dans un grand nombre de communes, les betteraves étaient considérées par beaucoup d'habitants comme atteintes d'une maladie due à l'action de gouttes d'eau de pluie chargées d'un peu d'acide chlorhydrique. Or, les symptômes de cette maladie consistaient tout simplement en taches arrondies souvent nombreuses, jaunâtres ou d'un blanc jaunâtre, limitées par un bord brunâtre ou rougeâtre. Parfois ces taches avaient déterminé la perforation ou la déchirure de la feuille, et toujours elles avaient été engendrées par des *phyllostictes*.

Des motifs analogues à ceux par lesquels nous avons établi que la maladie des féveroles ne provient en aucune façon des émanations des fabriques de produits chimiques, nous ont démontré que l'influence de ces dernières est de même absolument étrangère aux taches que nous venons de décrire.

6° *Haricots*. — Nous avons observé plusieurs espèces de macules sur les feuilles :

- 1° Des taches d'un brun grisâtre, pâle, dues à des *phyllostictes* ;
- 2° Des taches jaunâtres, produites par *l'uredo phaseolorum* ;
- 3° De petites taches blanchâtres, dues à *l'æcidium leguminosarum*.

Sur des gousses de haricots, envoyées à la commission par le garde-champêtre de Champion, existaient, sous forme de dépressions profondes des taches d'un brun noirâtre occupées par des *septoria*.

7° *Pois*. — Dans divers champs, nous avons remarqué sur les feuilles et les stipules des pois des taches arrondies, d'un gris brunâtre, dues à des *septoria*.

8° *Choux*. — Très-souvent nous avons observé sur les feuilles des choux pommés, verts ou rouges, des taches arrondies, noirâtres qui avaient été produites par des *hypoxilées*

9° *Céleri*. — Dans des cas peu fréquents, nous avons trouvé, sur les feuilles du céleri, des taches très-nombreuses, d'un jaune brunâtre. Elles provenaient du *puccinia api*.

10° *Épinards*. — Dans un seul cas, nous avons constaté, sur les feuilles d'épinard, des taches jaunâtres, très-nombreuses, et souvent accompagnées de déchirures ou de perforations. Elles avaient été engendrées par des *phyllostictes*.

11° *Raifort*. — Ses feuilles offraient presque constamment des taches arron-

dies, excessivement nombreuses et d'un blanc jaunâtre. Souvent elles étaient accompagnées de perforations. Des phyllostictes y avaient donné naissance.

12° *Trèfle*. — Dans beaucoup de champs de trèfle, nous avons vu qu'un grand nombre de feuilles présentaient de petites taches arrondies d'un brun noirâtre, occupées par des *septoria* qui les avaient produites.

13° *Luzerne*. — Parfois nous avons observé sur les feuilles de la luzerne, de petites taches plus ou moins arrondies et grisâtres ou d'un brun grisâtre. Elles devaient leur origine au *phacidium medicaginis*.

14° *Navets*. — Dans plusieurs cas, nous avons remarqué des feuilles de navets qui étaient couvertes d'un grand nombre de taches d'un gris légèrement brunâtre. Ces taches finissaient par donner lieu à des perforations arrondies et très-nettes. Elles étaient dues au *phyllosticta destruens*, ou à une espèce très-voisine.

15° *Scorsonères*. — Nous avons parfois trouvé sur les feuilles des scorsonères des taches arrondies, brunâtres ou d'un brun jaunâtre qui provenaient de *phyllostictes*.

16° *Chanvre*. — Les feuilles du chanvre nous ont offert plusieurs fois des taches arrondies, d'un brun grisâtre qu'avaient produites des *septoria*.

B. Arbres fruitiers, essences forestières, etc., plantes diverses, cultivées ou spontanées.

Nous n'entrerons plus ici dans la description détaillée des taches. Notre but étant de montrer combien grande est l'erreur des personnes⁽¹⁾ qui attribuent ces altérations à l'action des gaz acides, il suffit d'indiquer ici une partie des parasites qui en se développant, dans certains cas, sur les feuilles de divers végétaux y produisent des taches⁽²⁾, faussement considérées comme résultant de l'influence nuisible des fabriques de produits chimiques. Le tableau suivant fournit cette indication :

Exemples de végétaux dont les feuilles sont parfois maculées par des cryptogames parasites.	Noms des cryptogames parasites qui engendrent des taches dont un grand nombre ont été faussement attribuées à l'action des gaz acides.
1° Pêcher.	<i>Phyllosticta destruens</i> .
2° Abricotier.	Une espèce de <i>phyllosticta</i> voisine de la précédente.
5° Pommier.	Une espèce du genre <i>septoria</i> . — Le <i>cladosporium deutriticum</i> ⁽³⁾ .

(1) Nous nous sommes trouvés, dans nos excursions dans la province de Namur, en rapport avec plusieurs personnes très-instruites, du caractère le plus honorable et d'une position sociale élevée, qui envisageaient ces taches comme la preuve irréfragable de l'action nuisible des gaz acides dans un rayon pour ainsi dire indéfini autour des fabriques.

(2) Et parfois même des déchirures ou des perforations.

(3) L'espèce d'enduit noirâtre formé par ce parasite est considéré par beaucoup de personnes comme une suie acide, provenant des fabriques de produits chimiques.

Exemples de végétaux dont les feuilles sont parfois maculées par des cryptogames parasites.	Noms des cryptogames parasites qui engendrent des taches dont un grand nombre ont été faussement attribuées à l'action des gaz acides.
4° Poirier	<i>Helmintosporium pyrorum</i> . — <i>Roestelia cancellata</i> . — Une espèce du genre <i>phoma</i> . — <i>Phyllosticta</i> , etc.
5° Prunier	<i>Phyllosticta destruens</i> .
6° Noyer	Une espèce du genre <i>septoria</i> . — <i>Leptothyrium juglandis</i> .
7° Coudrier	Hypoxylées. — <i>Cladosporium fumago</i> (*).
8° Charme et charmile	Une espèce du genre <i>Leptothyrium</i> . — <i>Dothidea fimbriata</i> . — <i>Phyllosticta</i> . — <i>Sphæria</i> , <i>fimbriata</i> .
9° Chêne	Hypoxylées (<i>phyllostictes</i> , etc.).
10° Tilleul	<i>Phyllosticta tilie</i> . — <i>Cladosporium fumago</i> (*).
11° Bouleau	<i>Sphæria</i> .
12° Sycomore	<i>Rhytisma accrinum</i> . — Une espèce du genre <i>Leptothyrium</i> . — <i>Septoria pseudoplatani</i> .
13° Ronce	<i>Phyllosticta</i> . — <i>Ascochyta rubi</i> .
14° Peuplier blanc	<i>Phyllosticta</i> .
15° Orme	<i>Ascochyta ulmi</i> .
16° Aubépine	<i>Ascochyta oxyacanthæ</i> . — <i>Septoria oxyacanthæ</i> .
17° Marronnier	<i>Septoria</i> .
18° Chèvrefeuille	Hypoxylées très-probablement du genre <i>phoma</i> .
19° Fusain	Une espèce du genre <i>deparca</i> .
20° Groseillier	<i>Septoria ribis</i> .
21° Bryone	<i>Phyllosticta</i> .
22° Ortie blanche (<i>Lamium album</i>).	<i>Septoria lamii</i> .
23° Bardane (<i>Aretium lappa</i>).	<i>Phyllosticta</i> .
24° Renoncule acre (<i>Renoneula acris</i>).	<i>Dothidea ranunculi</i> .
25° Liseron des haies (<i>Convolvulus sepium</i>).	
26° Liseron des champs (<i>Convolvulus arvensis</i>).	<i>Septoria convolvuli</i> .
27° Coquelicot (<i>Papaver rhæas</i>).	<i>Phyllosticta</i> .
28° Pissenlit (<i>Taraxacum dens leonis</i>).	<i>Septoria</i> .
29° Pivoine (<i>Pœnia officinalis</i>)	Hypoxylées.
30° Bourrache (<i>Borrago officinalis</i>)	<i>Septoria</i> .
31° Ortie (<i>Urtica dioïca</i>)	<i>Fusidium griseum</i> .
32° Campanule (<i>Campanula persicæfolia</i>)	<i>Septoria</i> .
33° Ancolie commune (<i>Aquilegia vulgaris</i>).	<i>Phyllosticta</i> .
34° Pas d'âne (<i>Tussilago farfara</i>).	<i>Uredo</i> . — <i>Septoria tussilaginis</i> .

(*) L'espèce d'enduit noirâtre formé par ce parasite est considérée par beaucoup de personnes comme une suite acide provenant des fabriques de produits chimiques.

Exemples de végétaux dont les feuilles sont parfois maculées par des cryptogames parasites.	Noms des cryptogames parasites qui engendrent des taches dont un grand nombre ont été faussement attribuées à l'action des gaz acides.
35° Scrophulaire aquatique (<i>Scrophularia aquatica</i>).	Phyllosticta.
36° Scrophulaire noueuse (<i>Scrophularia nodosa</i>).	Phyllosticta.
37° Primevère (<i>Primula veris</i>)	Phyllosticta primulaecola.
38° Surelle (<i>Oxalis acetosella</i>)	Septoria.
39° Aiton (<i>Epilobium angustifolium</i>)	Septoria epilobii.
40° Plantain (<i>Plantago major</i>)	Depazea plantaginis.
41° Plantago média	Depazea plantaginis.
42° Plantago lanceolata	Depazea plantaginis.
43° Capucine (<i>Tropaeolum majus</i>)	Phyllosticta destructiva.
44° Persicaire (<i>Polygonum persicaria</i>)	Septoria polygonorum.
45° Tanaisie (<i>Tanacetum vulgare</i>)	Sphaeria herbarium.
46° Chélidoïne (<i>Chelidonium majus</i>)	Depazea vagans.
47° Dipsacus sylvestris	Phyllosticta destructiva.
48° Polygonum convolvulus	Septoria polygonorum.
49° Fraisier (<i>Fragaria vesca</i>)	Depazea purpurascens.
50° Primula elatior	Phyllosticta primulaecola.
51° Rosier (<i>Rosa gallica</i>)	Ascochyta rosæ.
52° Patience (<i>Rumex patientia</i>)	Septoria rumicis.
53° Rumex palustris	Septoria rumicis.
54° Néflier (<i>Mespilus germanica</i>)	Septoria mespili.
55° Houblon (<i>Humulus lupulus</i>)	Erysiphe humuli.

Comme il n'est guère de plantes qui ne soient susceptibles d'avoir, en certains cas, sur leurs feuilles une ou plusieurs espèces de taches, produites par le développement de végétaux cryptogamiques et parasites, nous eussions pu donner encore beaucoup plus d'extension au tableau qui précède. Mais les exemples que nous venons de citer nous paraissent suffisants pour montrer quel nombre énorme de taches, dues tout simplement au parasitisme végétal, ont été faussement rapportées à l'influence des fabriques de produits chimiques.

II. Taches produites par le parasitisme animal.

Une foule de taches sont produites sur les feuilles par les insectes à l'état parfait ou à l'état de larves, et par d'autres animaux articulés encore.

Il y aurait un livre à écrire sur ce sujet. Nous nous bornerons à citer ici quelques faits, dont un surtout nous a été signalé dans une foule de communes ⁽¹⁾ comme la démonstration évidente de l'action de gouttes d'eau chargées d'acide chlorhydrique, bien à tort comme on va le voir.

(¹) Par exemple, à Floriffoux, Soye, Védrin, Auvélais, Jemeppe-sur-Sambre, Bierwart, Leuze, etc.

Fréquemment sur des pommiers et surtout des poiriers croissant en espalier, nous avons observé un nombre parfois considérable de taches arrondies, noirâtres ou d'un brun noirâtre qui affectaient la plupart des feuilles et étaient réunies souvent à plusieurs sur une même feuille. On eût dit, en considérant ces arbres dans leur ensemble, qu'ils avaient été aspergés avec un liquide caustique, dont chaque goutte avait déterminé une tache sur le feuillage. Telle était aussi la conviction d'un grand nombre de cultivateurs. Mais en enlevant à l'aide d'un canif, devant des personnes qui avaient cette opinion, l'épiderme de la feuille, à l'endroit des taches, il nous fut souvent facile de changer leur manière de voir. En effet, nous faisons ainsi apparaître la petite *chenille mineuse* ⁽¹⁾ qui s'était construit une galerie au milieu du parenchyme, de façon à produire sur la feuille une tache, qui était devenue de plus en plus grande, à mesure que le petit animal s'était développé et avait donné plus d'extension à cette galerie.

D'autres végétaux encore nous ont offert sur les feuilles des taches analogues, dues également à des chenilles mineuses ⁽²⁾ de la tribu des tinéites. Nous citerons notamment le lilas, l'aune, le coudrier et le chêne.

De grands ormes, dans quelques communes, avaient presque toutes leurs feuilles couvertes à la face supérieure de taches arrondies, de couleur brune. On eût dit, encore une fois, que leur feuillage avait été arrosé avec un liquide caustique, tandis que, par une observation attentive, il n'était pas difficile de voir immédiatement que telle n'était pas la cause de ces taches. En effet, à la face inférieure des feuilles, et dans un point qui correspondait à peu près au centre des taches, se remarquait une solution de continuité très-peu étendue, aux bords de laquelle se trouvait souvent fixé un petit fourreau contenant une chenille qui le transportait avec elle, quand elle se mettait en mouvement : c'était encore une espèce de la tribu des tinéites. Le fourreau était formé aux dépens de l'épiderme de la feuille, et la petite chenille se nourrissait elle-même de la substance de cette dernière. De là, production des taches.

Enfin, une foule d'insectes rongent l'épiderme à la face supérieure ou inférieure des feuilles, et font naître par là, sur celles-ci, des taches variables de forme, de position et d'aspect. Plusieurs de ces taches ont aussi été considérées par diverses personnes de la province de Namur comme des indices de l'influence nuisible des fabriques de produits chimiques.

Il est deux maladies végétales qui ont pour cause première le parasitisme animal ; ce sont la fumagine et le miélat.

Comme elles ont aussi souvent été attribuées aux émanations de gaz acides, il est indispensable que nous nous en occupions ici brièvement.

(1) Voyez, à ce sujet, les *Éléments de zoologie*, de MILNE EDWARDS, p. 502, Bruxelles, Dumont, 1857.

(2) Il est très-facile de comprendre comment ces chenilles, quoique ayant un certain volume, se trouvent dans une petite loge qui, située au centre de la feuille, semble n'avoir aucune communication avec l'extérieur. En effet, l'insecte mère colle ses œufs çà et là à la surface des feuilles ; au sortir de l'œuf, la jeune chenille, qui n'est pas plus grosse qu'un crin, perce l'épiderme et va se loger dans l'intérieur de la feuille, où elle se creuse une galerie et se développe successivement.

Le miélat et la fumagine sont bien connus des horticulteurs ; et les pucerons jouent le rôle principal dans leur production.

Le *miélat* est dû à l'accumulation, surtout sur les feuilles, de l'humeur gluante et sucrée que ces insectes excrètent par les deux mamelons dont se trouve munie la partie postérieure de leur abdomen. Chacun a pu remarquer, par exemple, cette maladie sur les plantes de fèves de marais dans les jardins potagers. Les feuilles de ce végétal, très-sujet à être envahi par de nombreux pucerons, se recouvrent sur leur face supérieure des excréments de ceux-ci et prennent un aspect luisant et vernissé en même temps qu'une couleur d'un brun foncé. Mais très-souvent, surtout pour les végétaux ligneux, l'enduit visqueux et gluant qui constitue le miélat, ne tarde pas à fixer sur les feuilles et autres organes qu'il recouvre, la poussière et les corpuscules divers que charrie l'atmosphère. Il s'y développe aussi de nombreux champignons microscopiques qui constituent comme un enduit noirâtre semblable à de la suie, ou à un dépôt considérable de fumée. Les plantes sont alors atteintes de la *fumagine*.

Tantôt la fumagine n'affecte que le limbe et le pétiole des feuilles, tantôt elle étend ses effets aux branches et même au tronc des arbres.

En portant obstacle à l'accomplissement de diverses fonctions vitales et surtout de la respiration, le *miélat* et la *fumagine* font grand mal aux végétaux.

Les pucerons sont donc la cause première de ces deux maladies, et comme ils s'établissent à la face inférieure des feuilles, l'humeur visqueuse qui suinte de leur abdomen, doit nécessairement tomber sur la face supérieure des feuilles qui se trouvent en-dessous.

III. Tâches provenant de l'altération spontanée de la chlorophylle.

Il est de fait que, dans diverses circonstances, la chlorophylle peut s'altérer spontanément et d'une manière locale dans les feuilles, et donner ainsi lieu à des taches. Il est de ces altérations de la chlorophylle qui deviennent en quelque sorte habituelles (*) et permanentes pour certaines plantes, c'est ce qu'on voit dans le phénomène de la *panachure*. D'autres se produisent accidentellement, c'est ce que nous avons constaté entre autres, pour la *violette*, le *muguet*, le *chanvre*, l'*impatiente glanduleuse* (*impatiens glanduligera*), etc. Et ces faits ont d'autant plus attiré notre attention que des cultivateurs pensaient que ces taches du chanvre étaient dues à l'action de gouttelettes d'eau pluviale chargée d'acide chlorhydrique.

IV. Taches provenant d'un dépôt de matières étrangères.

Nous avons, dans quelques cas, remarqué que des dépôts de matières étrangères très-intimement appliquées contre la face supérieure des feuilles, y produisaient l'apparence de taches qui résulteraient de l'altération partielle du parenchyme. Or, par des lavages faits avec beaucoup de soin, nous avons vu que ces

(*) C'est ainsi, par exemple, que souvent sur les feuilles du tabac on remarque des taches d'un blanc jaunâtre provenant d'une altération spontanée de la chlorophylle.

taches se laissaient enlever et que la feuille reprenait sa couleur et son état ordinaire dans les points qu'elles occupaient.

C'est ce que nous avons constaté, par exemple, pour des taches qui existaient sur des feuilles de *laitue* et *d'endive*, et qui nous avaient été signalées comme produites par des gaz acides.

V. Taches provenant de l'action solaire.

Lorsque le soleil est ardent, il peut, dans quelques cas, déterminer la formation de taches sur les feuilles de certaines plantes, par la concentration que ses rayons éprouvent en traversant de petites gouttelettes d'eau rassemblées sur ces feuilles, et agissant à la façon de lentilles biconvexes, à très-court foyer.

Ce phénomène nous l'avons observé très-clairement, dans un champ de trèfle, à la surface des gouttelettes aqueuses biconvexes. En examinant très-attentivement ces lentilles aqueuses, nous avons vu, sous plusieurs d'entre elles, se produire une petite tache jaunâtre, véritable brûlure.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les causes qui peuvent déterminer la production des taches sur les feuilles, nous ne les avons pas énumérées toutes, mais nous en avons dit assez pour faire voir à combien de recherches et d'observations il faut avoir recours, pour parvenir à préciser d'une manière sûre la véritable nature des taches des feuilles.

Les lignes qui précèdent nous semblent propres à détruire des idées erronées ; mais il est des préjugés plus graves qu'il est de notre devoir de combattre. Ce sont ceux qui consistent à attribuer certaines maladies des céréales et la maladie des pommes de terre à l'influence des fabriques de produits chimiques, et tout spécialement à l'action de l'acide chlorhydrique. Il importe donc que nous nous occupions d'une manière toute spéciale de ces végétaux.

CÉRÉALES.

Nous n'avons que dans un seul cas constaté sur des céréales des symptômes manifestes d'altération (*), évidemment dus à l'action de gaz acides ; encore était-ce dans un champ tout à fait contigu à une fabrique de produits chimiques. Aussi n'y a-t-il pas lieu, selon nous, d'accorder une grande valeur à un fait de ce genre, puisqu'il est évident qu'en général la plupart des végétaux, qui croissent tout contre une telle usine, doivent souffrir plus ou moins sous l'influence des émanations acides qui s'en dégagent.

Il était beaucoup plus important de rechercher si à une distance quelque peu notable des fabriques, comme à 150, 200, 300 mètres et plus, les champs de céréales avaient subi des dégradations. Or, nous devons le déclarer, nous n'y avons, à ces distances, remarqué aucun *signe apparent d'altérations* qui fussent de nature à être rapportées à l'influence des gaz acides.

Tel est le résultat général des observations que nous avons commencées dans

(*) Dans une pièce d'orge de mars, nous avons observé des zones dans lesquelles les plantes étaient comme grillées, et qui convergenaient toutes vers la fabrique voisine.

les premiers jours de juin, et poursuivies à des intervalles plus ou moins rapprochés jusqu'à la maturation.

Quelle conclusion faut-il en tirer ? Au premier abord, il paraît logique d'en déduire que déjà à 150 mètres, 200 mètres, etc., des fabriques, les gaz acides n'exercent plus d'action nuisible sur les céréales, mais telle n'est pas la conséquence que nous adoptons.

En effet, en dehors de dégradations apparentes, manifestes et immédiatement appréciables, il *pourrait* se faire qu'en certains cas l'action des gaz acides donnât uniquement lieu à une diminution dans le rendement, sans produire d'ailleurs aucune tache, aucune altération ostensible.

Pour ôter tout doute sur la portée de notre pensée et de notre *réserve*, il est indispensable que nous développons ici cette idée.

On conçoit sans peine qu'il peut arriver que des courants de fumées soient trop peu chargés de gaz acides pour produire sur les feuilles, les tiges et les enveloppes florales des céréales des marques manifestes et évidentes d'altération sans laisser pour cela d'avoir le pouvoir de déterminer à l'époque de la floraison, ou même un peu après, l'avortement d'un certain nombre de fleurs ou de jeunes ovules récemment fécondés. Cette possibilité nous paraît d'autant mieux établie qu'on sait combien sont délicats ⁽¹⁾, en général, les organes de la fécondation (étamines et pistils) dans les végétaux phanérogamiques, de même que les rudiments de graines (ovules fécondés) à peine formés ⁽²⁾. Eh bien, on voit que dans cette hypothèse la récolte se trouverait amoindrie sans qu'aucun signe extérieur vint signaler l'effet nuisible des gaz acides.

Remarquons aussi que l'état de vacuité partielle des épis ou des panicules, à moins d'offrir des caractères tout à fait spéciaux et probablement difficiles à constater, ne permet pas de conclure que les gaz acides ont agi sur les céréales au temps de leur floraison. Plusieurs causes connues ⁽³⁾ ou inconnues, mais toutes complètement étrangères à l'influence des fabriques, rendent, en effet, dans des cas nombreux, les épis incomplets, en donnant lieu à l'avortement d'une partie plus ou moins grande des fleurs. Cela est si vrai, que les cultivateurs ne se fient pas uniquement à la multiplicité, à la longueur et au bon aspect des épis de blé, pour en conclure à un bon rendement, mais qu'ils attendent, pour se prononcer, le résultat positif du battage en grange.

On comprend, d'après ce qui précède, qu'il nous eût été d'autant moins pos-

(1) Telle est la délicatesse de ces organes qu'il a été prouvé expérimentalement qu'un excès de lumière suffit pour donner lieu à l'avortement de certaines fleurs en empêchant la fécondation.

(2) Il importe toutefois que nous fassions remarquer ici que dans les céréales les enveloppes florales (glumes, glumelles, glumellules) semblent protéger avec une certaine efficacité les étamines, les pistils et les jeunes ovules récemment fécondés. De plus, d'après plusieurs botanistes ou agronomes, et entre autres, M. le professeur Morren, la fécondation aurait lieu à l'intérieur des enveloppes avant que les étamines fassent saillies au dehors.

(3) Par exemple : floraison se faisant dans de mauvaises conditions météorologiques ; mauvais assolements ; plantes épuisées ; terrain pauvre en engrais ; maladies dues à des parasites et beaucoup d'autres causes.

sible de vérifier, par des observations précises, si les gaz acides avaient produit parfois un effet du genre indiqué, que cet effet peut dériver de causes variées. Or, tout spécialement cette année, les récoltes laissent beaucoup à désirer et de nombreuses maladies se remarquaient dans les champs de blé.

Pour tenter d'arriver à quelque résultat positif et exempt de doute, nous eussions dû pouvoir nous tenir absolument en permanence dans un lieu donné, au voisinage d'une fabrique, pour nous y livrer à des observations incessantes.

La multiplicité des recherches que nous avons à faire, l'obligation dans laquelle nous nous trouvions d'arriver promptement à des conclusions générales, ne nous permettaient en aucune façon d'entrer dans cette voie.

En résumé, la réserve que nous avons faite plus haut et dont nous venons d'indiquer les motifs, consiste à déclarer que les recherches que nous avons faites sur l'état de la végétation, ne nous permettent aucunement d'affirmer que les gaz acides soient sans action sur les céréales croissant au voisinage des fabriques.

Nous sommes d'ailleurs d'autant plus fondés à ne pas considérer les observations qu'il nous a été donné de faire comme fournissant des éléments suffisants pour la solution de la question qui nous occupe, que d'après deux rapports de M. l'ingénieur de Crassier, des dommages ont été occasionnés pendant d'autres années au voisinage des usines de Floreffe et d'Auvelais.

Nous croyons utile de citer ici l'un des passages qui en font foi ⁽¹⁾. Nous l'extrayons d'un rapport relatif à la fabrique d'Auvelais et en date du 16 août 1854 :

« Sur les céréales, indépendamment de la reproduction de phénomènes observés au delà d'un rayon de 600 mètres, j'ai remarqué en deçà de ce rayon, sur le plateau qui s'étend entre la cheminée et le bois de Jemeppe, plusieurs hectares de seigle et quelques pièces de froment et d'épeautre qui ont éprouvé une dégradation considérable d'une autre nature. Cette altération consiste dans l'absence complète de graines dans presque tous les épis et dans la dessiccation avant la maturité des graines contenues dans un certain nombre d'autres épis. Je n'ai remarqué absolument aucune relation entre cette altération et les lignes de culture; elle a épargné, au contraire, certaines portions d'un même champ et s'est propagée d'un champ à un autre, généralement suivant des lignes ondulees, comme si elle avait été produite par des nuages qui, poussés par le vent, se seraient abattus en tourbillonnant sur les champs qui en sont infestés... Du côté du Sud-Est, cette dégradation s'est produite suivant une direction plus régulière qui va aboutir à la cheminée de la fabrique en traversant indistinctement les différents terrains emblavés de céréales de différentes natures; enfin dans le voisinage des parties les plus dévastées, l'on rencontre épars, au milieu d'une récolte magnifique, un certain nombre d'épis atteints de cette altération.

» L'essai chimique auquel j'ai soumis quelques-uns de ces épis, m'y a fait reconnaître la présence d'une très-grande quantité d'acide hydrochlorique et d'une quantité beaucoup moindre d'acide sulfurique. Il ne reste donc aucun

(1) Le passage relatif à la fabrique de Floreffe, sera cité dans le compte rendu des observations que nous avons faites aux environs de cette usine. Nous renvoyons encore pour ce sujet au beau travail de MM. Simonin et Braconnot.

» doute dans mon esprit sur la cause principale de ce dégât qui, d'après ma manière de voir, doit être attribuée aux vapeurs acides émanées de la fabrique et de sa cheminée. Au pied de la cheminée, j'ai reconnu, en outre, du froment qui a été littéralement grillé par les vapeurs provenant directement de l'usine. »

Si, comme nous l'avons dit précédemment, nous n'avons constaté que dans un seul champ de céréales des altérations manifestement dues à l'action de gaz acides, nous avons, au contraire, observé, dans une multitude de cas, une foule de maladies, la plupart connues depuis longtemps.

Comme absolument aucune de ces maladies ne provenait de l'action de gaz acides, nous n'aurions pas à nous en occuper ici, si une grande partie de la population des campagnes, dans la province de Namur, n'attribuait la plus grave d'entre elles, qui a affecté le froment (1), à l'influence des fabriques de produits chimiques.

Notre devoir est donc de démontrer ici, combien peu cette opinion est fondée.

A cette fin, nous décrirons d'abord les symptômes et les effets de cette maladie, nous parlerons de sa distribution géographique en Belgique, et ensuite nous ferons ressortir les conséquences qui découlent des faits indiqués.

CARACTÈRES ET EFFETS DE LA MALADIE.

Le caractère extérieur le plus apparent de la maladie consistait en taches brunes, d'un brun roussâtre ou d'un brun orangé, déjà manifestes avant la maturation des grains, alors que les épis étaient encore plus ou moins verts. Ces taches, qui affectaient les glumes et les glumelles, avaient constamment été produites par de petits champignons parasites du genre *uredo* (2). Tantôt elles existaient seulement sur quelques épillets séparés les uns des autres, de manière à changer complètement la couleur des glumes; tantôt, au contraire, elles étaient disposées avec une certaine régularité sur des épillets contigus, de façon à former une ou plusieurs séries linéaires plus ou moins continues.

Quel que fût d'ailleurs leur agencement réciproque, ces taches affectaient parfois aussi certains points des rachis ou axes des épis.

Nous avons insisté sur la disposition des taches à la surface des épillets, parce que nous avons remarqué que dans la plupart des cas, les conséquences de la maladie étaient d'autant plus funestes que les taches avaient envahi une partie plus grande de la surface des enveloppes florales. Ainsi, par exemple, jamais, lorsque, dans un épillet donné, les glumes et les glumelles avaient subi une altération totale de couleur (3), tous les grains de blé ne parvenaient pas à maturité. En effet,

(1) Nous croyons tout à fait superflu de nous étendre ici sur les maladies des céréales, que nous avons observées très-fréquemment, mais que les agronomes connaissent depuis longtemps et qui n'ont pas été, du reste, envisagées, dans les campagnes, comme dérivant de l'action des émanations des fabriques de produits chimiques. Tels sont l'*ergot*, la *carie*, la *rouille*, le *charbon*, et ce que les cultivateurs désignent sous les noms de *paumée* et de *maladie vineuse ou brûlure*.

(2) Une espèce nous a paru analogue à l'*uredo glumarum* de M. Montagne.

(3) Lorsque les taches n'avaient qu'une faible étendue, les grains persistaient souvent à l'intérieur des balles sans s'altérer.

la plupart d'entre eux, ou même souvent tous ses grains, un certain nombre de jours après la fécondation des ovules qui leur avaient donné naissance, se transformaient successivement en une espèce de pulpe informe parfois d'une faible consistance. Cette maladie qu'on pourrait désigner sous le nom de *pourriture humide* ⁽¹⁾ déterminait l'oblitération complète des grains sur lesquels elle s'exerçait et amenait par suite des vides plus ou moins nombreux dans les épis.

Un fait très-important à signaler encore, c'est qu'on observait presque constamment de petites larves vermiformes d'un jaune safrané autour des jeunes grains en décomposition et non dans les épis sains. Nous n'avons pas considéré ces larves comme la cause de la maladie ; car, bien que leur présence fût habituelle, elle n'était pas absolument constante ⁽²⁾.

Quoi qu'il en soit, dans chaque champ donné, où la maladie en question s'était déclarée, un nombre plus ou moins grand d'épis se trouvaient atteints par l'altération d'une partie de leurs épillets. De là, à la maturité, absence complète de grains dans un grand nombre d'épillets, et, au battage, diminution souvent très-notable dans le rendement.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE EN BELGIQUE.

A la fin de juillet, le mal avait déjà pris des proportions alarmantes et, dans les premiers jours d'août, nous n'avons plus rencontré, dans la province de Namur, une seule pièce de froment où il n'exerçât ses ravages. Il ne sévissait pas avec moins d'énergie sur le territoire des communes les plus éloignées des fabriques de produits chimiques, que sur celui des communes qui s'en trouvent très-rapprochées. En outre, au voisinage de ces fabriques, les champs les plus exposés aux émanations acides n'étaient pas plus maltraités que ceux qui s'en trouvaient garantis de la façon la plus efficace. D'ailleurs, dans les premiers, les épillets atteints de la maladie n'existaient pas en plus grand nombre sur les faces des épis dirigées vers la fabrique que du côté opposé.

Mais la maladie en question n'exerçait pas seulement ses ravages dans la province de Namur, car nous en avons aussi constaté l'existence dans une multitude de champs dans le Hainaut, le Brabant et la Flandre orientale, etc., etc. Dans le

(1) N'ayant trouvé dans aucun ouvrage la description de cette maladie, il nous semble qu'on pourrait lui donner ce nom, puisque les grains formés depuis un temps peu considérable, sont saisis d'une sorte de décomposition, qui a pour effet d'en amener l'oblitération en les faisant passer d'abord à l'état d'une pulpe peu consistante et comme laiteuse. Nous n'oserions pas affirmer toutefois que cette maladie est nouvelle, mais peut-être avait-elle passé inaperçue jusqu'à cette année, pour n'avoir jamais pris un développement notable.

(2) Nous avons, du reste, fait une expérience qui nous semble confirmer d'une manière péremptoire la vérité de cette opinion. Ayant laissé, pendant huit jours environ dans une boîte de fer blanc, une vingtaine d'épis de froment, dont chacun ne portait que quelques épillets, qui fussent altérés, contrairement à ce qui existait auparavant, nous avons retrouvé les épillets sains, remplis de petites larves, comme l'étaient déjà précédemment les épillets malades. Or, les premiers, n'avaient, de ce fait, subi aucune altération, ni dans la couleur des glumes et glumelles ni dans l'état des fruits.

Brabant, la présence de petites larves vermiformes d'un jaune safrané entre les glumelles, constituait un caractère beaucoup moins constant que dans la province de Namur ; et dans la Flandre orientale la maladie sévissait avec beaucoup moins d'intensité que dans cette dernière.

D'après les renseignements que nous avons recueillis auprès de divers fermiers et agronomes de la province de Namur, jamais, avant 1855, ils n'avaient reconnu dans leurs champs l'existence de la maladie qui nous occupe. D'autre part, comme nous l'avons fait remarquer précédemment, nous n'en avons rencontré la description dans aucun ouvrage, ce qui nous permet de penser que ce n'est qu'en 1855, pour la première fois, qu'elle a pris une grande extension.

Tous les faits que nous venons d'indiquer montrent, à la dernière évidence, que les émanations acides des fabriques de produits chimiques ne sauraient être considérées comme ayant eu la moindre influence sur le développement de la maladie en question.

En effet, il en résulte :

1° Qu'elle est récente, ou tout au moins que ce n'est qu'en 1855 qu'elle a pris un développement notable, alors que les fabriques fonctionnent depuis très-longtemps ;

2° Qu'à proximité de ces dernières, elle ne sévissait aucunement avec plus d'énergie dans les champs les plus exposés à être atteints par les courants de fumée qui charient les gaz acides, que dans ceux qui se trouvent complètement à l'abri de l'atteinte de ceux-ci par leur position derrière une espèce d'écran formé soit par les mouvements du sol, soit par un bois ou des constructions ;

3° Qu'à d'énormes distances des fabriques telles que 3, 4, 5, 6 lieues, etc., etc., elle n'occasionnait pas moins de dommages aux récoltes de froment que tout près ;

4° Que l'existence, d'une part, de petits végétaux parasites du genre *uredo*, formant les taches des enveloppes florales, de même que la présence, d'autre part, de petites larves autour des grains en décomposition, est absolument incompatible avec cette supposition que les émanations acides des fabriques auraient donné lieu à cette maladie, car de telles émanations ne sauraient engendrer, dans aucun cas, des corps vivants, ni même favoriser leur développement.

Ajoutons, enfin, que l'acide chlorhydrique à l'action duquel les habitants des campagnes attribuaient la maladie que nous venons de faire connaître, loin de produire des taches brunâtres ou roussâtres sur les enveloppes florales encore vertes du froment, les fait blanchir, dès qu'on le fait agir en *quantité suffisante* pour altérer la couleur des épillets.

POMMES DE TERRE.

La maladie des pommes de terre n'est aucunement due aux émanations d'acide chlorhydrique provenant de la fabrication de la soude. Les preuves abondent pour démontrer cette vérité ; nous allons le faire voir.

I.

Si on considère la marche géographique du fléau, son mode d'extension dans les divers pays qu'il a successivement envahis, soit à l'époque de sa première

apparition, soit chaque année encore dans sa réapparition, on s'aperçoit très-clairement qu'il n'y a absolument aucune relation entre son développement et la fabrication des produits chimiques.

Le mal, en effet, ne s'est pas montré en premier lieu dans les pays où la soude et l'acide chlorhydrique se fabriquaient sur une très-vaste échelle, mais, bien au contraire, dans des régions où pareille fabrication était complètement inconnue. Et lorsque plus tard on l'a signalé dans des contrées où se trouvaient établies des fabriques de produits chimiques, ce n'est point dans les provinces qui possédaient le plus grand nombre de ces usines qu'il s'est montré d'abord, et, dans les provinces envahies, c'est le plus souvent loin des fabriques qu'il a exercé ses premiers et ses plus grands ravages.

Mais citons immédiatement quelques-uns des faits qui établissent la vérité des assertions précédentes.

Il est bien constaté qu'avant d'être connue sur le continent européen, la maladie des pommes de terre a pendant longtemps exercé ses ravages dans les Andes et dans les Cordillères, pour envahir ensuite les États-Unis et le Canada, à une époque où il n'y existait encore aucune fabrique de produits chimiques.

M. le comte de Baillet, président de la commission, a passé aux États-Unis les années 1858 et 1859, et a constaté que la maladie des pommes de terre y régnait partout.

A cette époque, le fléau avait même sévi avec une telle intensité que la récolte des tubercules avait été à peu près nulle, et que les familles aisées avaient dû faire venir d'Europe les pommes de terre nécessaires à leur consommation.

En 1845 seulement, la maladie envahit l'Europe, et on la vit apparaître en Belgique, et un peu après en Hollande, puis en France, en Angleterre, en Irlande, en Écosse, en Allemagne et successivement dans tous les pays où l'on cultivait la pomme de terre.

En Belgique, dès la fin de juin, le mal sévissait énergiquement dans la Flandre occidentale, aux environs de Courtrai, d'où il s'étendit à toutes les parties des deux Flandres, en vingt jours environ, puis aux autres provinces; de telle façon qu'environ un mois après avoir été signalée près de Courtrai, la maladie des pommes de terre portait la désolation dans les campagnes de la province d'Anvers, du Brabant et de presque toute la Belgique.

Les environs de Paris, l'île de Wight et l'Angleterre, ne furent envahis que vers le milieu du mois d'août, tandis que, vers le 15 septembre seulement, le mal se manifesta en Écosse, en Irlande et dans les départements méridionaux de la France.

Il est facile de faire ressortir les conséquences de ces différents faits sur lesquelles nous ne saurions trop insister.

Semblable à une épidémie, à un mal contagieux, la maladie des pommes de terre s'est manifestée et s'est étendue en premier lieu loin de l'Europe, dans des contrées où les fabriques de produits chimiques étaient absolument inconnues. Plus tard, quand elle fit invasion sur le continent européen, ce n'est aucunement dans les pays ni dans les localités où la soude et l'acide chlorhydrique étaient produits en énorme quantité, qu'on la vit apparaître d'abord et sévir avec le plus

d'intensité, mais là où cette fabrication était nulle, ou tout au moins n'avait que peu d'importance.

Ainsi, par exemple, toutes proportions gardées, la France et la Grande-Bretagne produisaient, en 1845, incomparablement plus de soude que la Belgique, et cependant notre pays fut le premier atteint par le fléau. En Belgique même, c'est dans la Flandre occidentale, loin de toute fabrique de produits chimiques, qu'il apparut d'abord, et c'est dans les communes des deux Flandres qu'il s'étendit en premier lieu, alors que dans ces deux provinces il n'existait qu'une seule fabrique où l'on produisait de l'acide chlorhydrique, fabrique située près de Gand, et d'une très-minime importance. Ce n'est que plusieurs semaines plus tard que la maladie des pommes de terre fut signalée dans les communes voisines des grandes fabriques de soude du Brabant et de la province de Namur.

La France et la Grande-Bretagne ont offert des particularités du même genre, car le plus souvent dans ces pays le mal n'a atteint que tardivement les localités où les fabriques de soude étaient montées sur le pied le plus colossal. C'est ainsi que la maladie s'est montrée un mois plus tôt autour de Paris qu'aux environs de Marseille, où la soude se fabriquait dans des proportions excessivement considérables.

Mais si la marche géographique de la maladie des pommes de terre sur le continent européen, en 1845, doit nous convaincre que la fabrication de la soude n'exerce absolument aucune espèce d'influence sur ce fléau, nous trouvons encore une démonstration entière de cette vérité, dans ce fait que jamais avant 1845, on n'avait constaté la moindre trace de cette maladie aux environs des fabriques de soude.

Cependant cette substance se fabriquait en quantité énorme, et depuis un très-grand nombre d'années en France, en Angleterre, en Belgique et ailleurs, quand l'apparition de la maladie des pommes de terre vint, pour la première fois, consterner les populations.

D'ailleurs, lorsqu'on consulte l'histoire de la fabrication de la soude artificielle, on voit, que dans le principe, l'acide chlorhydrique n'était pas recueilli ou du moins que les appareils destinés à le condenser étaient très-imparfaits. Or, l'énorme quantité d'acide qui était alors lancée dans l'atmosphère occasionnait de grands dégâts dans la végétation ⁽¹⁾, sans produire sur les fanes et les tubercules, de la pomme de terre, les symptômes qui s'observent dans ce qu'on est convenu d'appeler la maladie de cette solanée.

En résumé, la non-existence de la maladie des pommes de terre avant 1845, même dans les localités soumises d'une manière permanente à l'action des éma-

(1) « Lorsque l'usage de la soude artificielle se fut établi, sa consommation devint si forte » que l'acide hydrochlorique dégagé et recueilli ne trouvait plus d'emploi. Alors on préféra » opérer la réaction sans condenser les gaz, mais dans ce cas les quantités énormes qu'on en » verse dans l'atmosphère, deviennent très-nuisibles à la végétation, même à de grandes » distances des fabriques, lorsque la fumée, qui entraîne le gaz, se trouve rabattue vers le sol » par les vents ou condensée par les brouillards. Pour parer à cet inconvénient, on força les » gaz à circuler dans de vastes souterrains, où ils étaient condensés par des courants d'eau. » DUMAS, *Traité de chimie*, Liège, Oudart, 1848, t. I, p. 118.

nations d'acide chlorhydrique, montre que celui-ci est incapable de donner naissance à cette maladie.

Les personnes qui ont suivi, depuis 1845, les caractères que la maladie a présentés chaque année encore, en Belgique, dans sa marche et son extension, ont pu constater que très-souvent c'est dans les communes les plus éloignées de toute fabrique de produits chimiques que le fléau a réapparu d'abord. Nous rapporterons ici quelques-unes des observations que nous avons faites sous ce rapport en 1855.

Au commencement du mois d'août, la maladie des pommes de terre n'avait encore pris que très-peu de développement dans la province de Namur, et ce n'est que dans quelques communes et en particulier à Forville, Leuze, etc., dans le canton d'Éghezée, qu'elle se présentait avec une intensité alarmante.

Presque partout ailleurs, les plantations de pommes de terres offraient la plus belle végétation, un petit nombre seulement avaient éprouvé les premières atteintes du mal.

C'est ainsi que, dans les premiers jours d'août, les fanes de pommes de terre dans les communes d'Auvelais, de Jemeppe-sur-Sambre, de Moustier, de Mornimont, de Soye, de Floreffe, de Floriffoux, de Védrin, de Saint-Marc, de Saint-Servais, etc., etc, ne montraient que très-exceptionnellement les symptômes de la maladie.

Vers la même époque, au contraire, celle-ci était déjà générale dans les Flandres et dans la province d'Anvers, et elle avait fait de sérieux progrès dans une grande partie du Brabant.

A la fin d'août et pendant le mois de septembre, nous avons très-souvent remarqué, à proximité des fabriques de Floreffe, de Mornimont et surtout d'Auvelais et de Risle, même dans des situations très-exposées aux émanations de ces usines, un grand nombre de champs de pommes de terre à fanes encore vertes et pour la plupart en bon état.

Aux mêmes époques, il était très-rare de rencontrer encore dans les Flandres des fanes vertes.

Dans ces provinces aussi, la proportion des tubercules atteints s'est trouvée en général beaucoup plus grande que dans la province de Namur.

Or, l'inverse de tous les faits que nous venons de signaler devrait avoir lieu si les fabriques de produits chimiques exerçaient de l'influence sur la maladie des pommes de terre.

En effet, tandis que dans les deux Flandres il n'y a qu'une seule fabrique très-peu considérable de soude, la province de Namur compte quatre grands établissements de ce genre; et, en outre, la fabrique d'Oignies, située dans le Hainaut, à deux kilomètres environ d'Auvelais, se trouve sur les confins de la première province.

La série d'observations qui vient d'être exposée, n'établit aucunement, comme certaines personnes l'ont admis de la manière la plus illogique, que les émanations d'acide chlorhydrique préservent les pommes de terre de la maladie. Mais ce que toute personne, qui obéit à la raison et non à un aveugle et injustifiable préjugé, doit nécessairement en conclure, c'est que les fabriques de produits chimiques sont

absolument étrangères au fléau qui, depuis 1845, a diminué d'une manière si fâcheuse nos ressources alimentaires.

Vainement on chercherait à trouver une autre interprétation à ces observations. Il est, en effet, hors de contestation que toute maladie, intoxication ou désorganisation de tissus, produite par une influence déterminée, doit surtout se développer et se manifester quand cette influence s'exerce dans toute sa plénitude. De telle façon, par exemple, que si une faible dose d'acide chlorhydrique soit gazeux, soit dissous dans l'eau, exerce une action nuisible sur certaines plantes, une quantité plus forte de cet acide produira un effet plus fâcheux encore, et des doses de plus en plus considérables, détermineront des altérations de plus en plus graves dans l'organisation des mêmes végétaux.

Ce principe, théoriquement évident, a été d'ailleurs confirmé expérimentalement par l'étude que nous avons faite de l'action de l'acide chlorhydrique sur un nombre assez grand de plantes, et spécialement sur la pomme de terre et autres espèces congénères.

Il nous est donc permis d'affirmer, de la manière la plus positive, que si la maladie des pommes de terre avait été engendrée par l'influence pernicieuse de l'acide chlorhydrique, elle aurait dû, contrairement à ce qui a eu lieu, se développer et apparaître d'abord, puis se perpétuer principalement, à proximité des fabriques de soude dans les champs les plus exposés aux émanations de ces usines. Là, en effet, il existe souvent dans l'air une quantité plus ou moins grande d'acide chlorhydrique qui produit en certains cas des effets apparents et appréciables sur divers végétaux.

II.

On sait que la maladie des pommes de terre a notablement perdu de son intensité depuis 1845. Cette année-ci, en particulier, nous a offert une décroissance très-marquée dans l'énergie du mal, puisqu'il est bien établi que la récolte des pommes de terre, pour la quantité et la qualité, est la meilleure que nous ayons eue depuis 1845. Tel est, du moins, en moyenne, le résultat pour la Belgique entière, et tout spécialement pour la province de Namur.

Or, s'il était vrai que l'acide chlorhydrique fût la cause de la maladie, celle-ci, loin de s'amoindrir, aurait dû nécessairement sévir avec une violence de plus en plus grande, à mesure que la fabrication de la soude a pris une importance de plus en plus considérable. Il est, en effet, impossible de ne pas admettre que dans le monde physique l'effet doit croître en même temps que la cause.

Eh bien, le fait est tout à fait digne de remarque, il n'y avait en 1845 qu'une seule fabrique de soude dans la province de Namur, celle de Risle : ce n'est que plusieurs années plus tard que les établissements de Floeffe, de Mouslier et d'Auvelais ont été fondés. Or, comme la fabrique de Risle elle-même a considérablement augmenté sa fabrication depuis 1845, nous pouvons dire que l'importance de la fabrication de la soude s'est plus que décuplée depuis 1845, dans cette province, en même temps que l'intensité de la maladie des pommes de terre diminuait progressivement.

Cette remarque peut être généralisée, car ce n'est pas seulement en Belgique

que l'industrie a pris un essor plus grand depuis 1845, mais aussi en France, en Angleterre, en Allemagne et dans toute l'Europe.

D'ailleurs, la fabrication de la soude fût-elle restée jusqu'aujourd'hui exactement ce qu'elle était en 1845, l'affaiblissement notable et successif, observé presque partout dans l'énergie de la maladie des pommes de terre, serait absolument inconciliable avec le préjugé qui attribue cette maladie aux émanations des fabriques de produits chimiques.

III.

Si la maladie de la pomme de terre était produite par l'acide chlorhydrique agissant à la façon d'un poison, il est clair qu'il faudrait qu'en faisant agir sur cette plante une quantité suffisante de cet acide, soit gazeux, soit dissous dans l'eau, on déterminât l'apparition de toute la série de caractères et de symptômes qui s'observent dans cette maladie.

Or, il n'en est rien : on peut altérer, et altérer profondément les fanes et les tubercules de la pomme de terre par l'acide chlorhydrique et faire périr complètement ce végétal ; mais, que les altérations produites soient graves ou légères, jamais leurs caractères ne coïncident avec ceux qui s'observent dans la maladie proprement dite. Les expériences auxquelles nous nous sommes livrés pour constater quelle action l'acide chlorhydrique exerce sur les fanes, et sur les tubercules de la pomme de terre, ainsi que les nombreuses observations que nous avons faites depuis l'existence de la maladie, et particulièrement cette année, nous permettent de préciser ici les différences les plus frappantes qui feraient très-aisément distinguer entre elles deux plantes de pomme de terre dont l'une serait atteinte de la maladie, et dont l'autre aurait été altérée par de l'acide chlorhydrique, soit dissous dans une grande quantité d'eau, soit à l'état gazeux.

A. TACHES DES FEUILLES ET DES TIGES.

1° *Dans la maladie des pommes de terre.* — Les taches qu'on observe sur le limbe des feuilles de pommes de terre dans la maladie de cette solanée sont toujours de couleur plus ou moins foncée, généralement d'un brun grisâtre ou noirâtre ; et les feuilles ne paraissent pas amincies aux endroits où ces taches existent. Enfin, à leur face inférieure, on reconnaît qu'il existe de petits champignons du genre botrytis que M. Montagne a considérés comme appartenant à une espèce particulière, à laquelle il a donné le nom de botrytis infestans. La présence de ces botrytis à la face inférieure des feuilles de la pomme de terre, dans les parties qui correspondent aux taches, est tellement constante que quelques savants de beaucoup de mérite ont voulu y voir la cause même du mal. Or, si peu de botanistes admettent encore aujourd'hui cette opinion, il n'en est pas moins certain que l'existence du botrytis infestans constitue un symptôme constant et caractéristique de la maladie des pommes de terre.

Quant aux taches des tiges et des pétioles, elles n'offrent pas toujours, tant s'en faut, une teinte aussi foncée que les macules du limbe des feuilles : ainsi fréquemment, surtout au début de la maladie, ces taches sont livides ; enfin l'existence des

botrytis n'y est nullement un fait constant. Mais elles présentent un caractère invariable, c'est que le tissu végétal, plus ou moins désorganisé, y perd une de ses principales propriétés, l'élasticité, de manière à devenir excessivement cassant. C'est pour cette raison que les tiges et les pétioles se brisent avec une extrême facilité et beaucoup de netteté dans tous leurs points où existent des taches.

2° *Dans l'altération par l'acide chlorhydrique.* — Les feuilles et les tiges de la pomme de terre sont attaquables par l'acide chlorhydrique soit gazeux, soit dissous dans l'eau. L'effet le plus apparent qu'il y détermine, ce sont des taches aux points avec lesquels il entre en contact. Mais ces taches n'ont point du tout d'analogie avec celles qui se produisent dans la maladie des pommes de terre, et dont nous venons d'indiquer quelques-uns des caractères les plus ostensibles.

Ainsi, les macules sur le limbe des feuilles sont d'abord d'un brun pâle, mais en moins de vingt-quatre heures, elles passent au jaune pâle, puis au blanc jaunâtre très-pâle; la ligne très-mince qui les limite est seule d'une couleur plus foncée. Ces taches semblent correspondre à un amincissement notable de la feuille : la chlorophylle s'est détruite complètement et le parenchyme paraît s'être oblitéré en partie (¹), tandis que l'épiderme à la face supérieure, comme à la face inférieure, s'est contracté, de façon à produire parfois une apparence analogue à celle que présentent certaines feuilles dont l'épiderme a été rongé par un insecte. Mais par une observation attentive à la loupe, on s'aperçoit que dans le cas qui nous occupe cet organe est resté intact, à moins toutefois que les taches n'aient été suivies de perforations ou de déchirures, ce qui a lieu quelquefois.

On le voit, ces caractères différentiels entre les taches qui affectent le limbe des feuilles dans la maladie des pommes de terre, et celles qui s'y produisent par l'action de l'acide chlorhydrique, sont assez tranchés pour permettre à un observateur attentif de distinguer toujours immédiatement les unes des autres. Mais ce qui achève d'établir un contraste complet et frappant c'est que *jamais* les taches produites par l'acide chlorhydrique ne deviennent le siège de productions cryptogamiques; jamais elles ne présentent aucune trace quelconque du botrytis infestans.

Tel est, non-seulement le résultat des expériences que nous avons réalisées sur des plantes de pommes de terre, mais c'est encore la conséquence d'observations faites aux environs des fabriques de produits chimiques.

Ainsi, par exemple, cette année, bien longtemps avant qu'aucun indice de la maladie des pommes de terre se fût produit sur aucun point de la Belgique, nous avons, dans nos investigations, constaté à diverses reprises quelques champs de pommes de terre présentant des marques d'altérations évidemment dues à l'action de gaz acides ayant agi directement ou après avoir été condensés par l'eau. C'est ce que nous avons en particulier observé sur le plateau situé entre la grande cheminée de la fabrique d'Auvélais et le bois de Jemeppe-sur-Sambre.

Là, dès le 6 juin, nous avons vu des feuilles de pommes de terre offrant des

(¹) Cet effet est dû à la dessiccation complète du parenchyme dont la masse occupe un espace beaucoup moins grand, après qu'il a perdu ses sucs et que la chlorophylle s'y est détruite.

taches irrégulières ou arrondies, d'un blanc très-légèrement nuancé de jaunâtre ou de brunâtre, avec un petit dépôt d'une suie noirâtre au centre.

Le limbe des feuilles paraissait aminci aux points où existaient ces taches qui n'offraient d'ailleurs absolument aucune trace quelconque de botrytis ni de nul autre végétal cryptogamique.

Enfin, ces taches, bien que plus nombreuses et plus étendues sur certaines plantes que sur d'autres, n'avaient nullement déterminé une maladie organique générale, mais des désordres complètement circonscrits et limités à la portion du limbe des feuilles qu'elles occupaient. Cette remarque est importante parce qu'elle établit encore une différence fondamentale entre la maladie proprement dite des pommes de terre, et les altérations purement locales que détermine l'action de l'acide chlorhydrique.

Les mêmes pièces de pommes de terre, examinées de nouveau dans le courant de juillet, nous ont offert une végétation chélique et languissante, mais cette circonstance ne saurait être considérée comme principalement due à l'influence de l'usine d'Auvélais, par la raison que le sol des champs en question est de fort mauvaise qualité.

Quoi qu'il en soit, un certain nombre de feuilles présentaient des taches offrant tous les caractères propres à celles que nous avons constatées précédemment, quelques feuilles même et quelques rares et minces ramifications des tiges étaient mortes et desséchées.

Mais l'examen le plus minutieux ne nous a fait découvrir nulle part, soit sur les feuilles maculées et encore parfaitement vivaces, soit sur celles qui étaient mortes, aucune apparence quelconque de botrytis.

Quant aux taches d'un gris noirâtre et extrêmement peu nombreuses, du reste, qui existaient sur quelques pétioles, elles n'indiquaient nullement que les tissus avaient cessé d'être élastiques.

En effet, en faisant des essais pour nous assurer s'ils avaient conservé leur élasticité, nous vîmes qu'ils se déchiraient, mais ne se brisaient pas avec netteté et facilité comme cela se remarque pour les taches qui dans la maladie des pommes de terre s'observent sur les mêmes organes.

Nous avons constaté la même différence pour les taches que nous avons produites artificiellement sur les tiges et les pétioles de nombreuses plantes de pommes de terre.

Enfin, remarquons encore qu'il est extrêmement rare que, dans la maladie des pommes de terre, le limbe des feuilles se couvre de nombreuses taches sans que les pétioles en manifestent à leur tour. Dans les champs observés sur le plateau d'Auvélais, au contraire, nous avons vu très-fréquemment et même presque toujours, que quand les limbes offraient des taches dues à l'acide chlorhydrique les pétioles des mêmes feuilles ne manifestaient aucune altération.

B. TACHES DES TUBERCULES.

Jamais, en détruisant même complètement les fanes de la pomme de terre par l'acide chlorhydrique, soit gazeux soit dissous dans l'eau, on ne détermine l'apparition de taches sur les tubercules, pourvu bien entendu que l'expérience se

fasse de manière à ce que l'acide ne puisse arriver jusqu'à ceux-ci après être tombé sur le sol. A cette fin, on peut recouvrir complètement les buttes d'un petit lit de craie, de manière à neutraliser l'acide chlorhydrique qui pourrait dégoutter des fanes, ou prendre toute autre précaution produisant le même effet. Il est évident qu'alors cet acide ne saurait être physiquement transmis aux tubercules que par l'intermédiaire des tiges. Or, il ne l'est pas ; et les pommes de terre restent parfaitement intactes, après la destruction totale des fanes.

Ainsi, quel que soit le degré des dégâts produits artificiellement par l'acide chlorhydrique sur la partie aérienne des tiges de pommes de terre, on ne réussit en aucun cas à déterminer l'altération des tubercules.

Qui ne comprend que ce fait seul démontre de la manière la plus évidente que l'acide chlorhydrique n'est absolument pour rien dans la maladie des pommes de terre ?

D'ailleurs, dès 1843, des savants distingués ont étudié avec le plus grand soin et comparé, sous le rapport chimique, la nature des sucs de la pomme de terre à l'état sain et à divers degrés de maladie, sans y rencontrer jamais aucune trace d'acide chlorhydrique. Mais il y a plus, c'est qu'il a été constaté aussi que « l'acide » dité du suc de la pomme de terre diminue en raison de l'augmentation de la « maladie. » (J. DECAISNE. *Histoire de la maladie des pommes de terre en 1843.*)

Pour obtenir des taches sur des tubercules par l'action de l'acide chlorhydrique, nous avons été obligés d'employer une dose relativement très-grande de cet acide à l'état de dissolution dans l'eau, et d'en mouiller plusieurs jours de suite les tubercules (1). Même alors les altérations produites n'avaient absolument aucune espèce d'analogie avec les taches qui s'observent sur les tubercules malades, comme nous allons le faire voir.

Les altérations artificielles consistaient en dépressions nombreuses et extrêmement marquées, formant de petites cavités sur les parois desquelles l'épiderme avait pris une couleur grisâtre.

En dessous de celui-ci, le parenchyme s'était transformé en une sorte de pulpe peu consistante, presque complètement desséchée et de couleur blanchâtre ou plus rarement d'un jaune grisâtre pâle.

Cette modification des tissus ne s'était produite absolument que sous les dépressions et nulle part ailleurs, dans l'intérieur des tubercules. En aucun point, n'existait de substance granuleuse brunâtre ou roussâtre interposée entre les cellules sous forme d'enduit de façon à les envelopper. Or, ce dernier caractère est constant dans l'altération des tubercules sous l'influence de la maladie proprement dite des pommes de terre. Celle-ci ne produit, du reste, jamais de dépressions sur la surface des tubercules dans les points qui correspondent aux taches superficielles, qui, d'ailleurs, ont toujours une couleur beaucoup plus foncée que celles qui sont engendrées par l'acide chlorhydrique.

Enfin, lorsqu'on coupe des tubercules malades, on remarque souvent dans leur intérieur de petites masses de parenchyme complètement colorées en brun roussâtre, entourées de toutes parts de tissus sains, et complètement séparées des taches de la surface extérieure du tubercule.

(1) Nous avons opéré sur des pommes de terre à parenchyme d'un jaune pâle.

Jamais, au contraire, par l'acide chlorhydrique, nous n'avons obtenu d'altérations intérieures du parenchyme qui ne fussent pas tout à fait continues avec les taches de l'épiderme.

Comment, d'ailleurs, en serait-il autrement quand il est question d'altérations engendrées par un acide agissant à la façon d'un caustique appliqué sur des organes et des tissus tout à fait similaires ? Un caustique ne saurait, en effet, ici produire des lésions et là rester sans action.

La discontinuité même des petites masses brunâtres de parenchyme qui s'observent dans l'intérieur des tubercules atteints de la maladie, établit donc encore clairement que ces altérations ne sauraient en aucun cas, provenir, d'un afflux de sucs chargés d'acide chlorhydrique, comme le pensent les partisans du préjugé que nous combattons ici.

Nous le répétons donc, il faut une quantité notable d'acide chlorhydrique exerçant une action *réitérée* sur des tubercules de pommes de terre pour y déterminer des lésions de tissus, et ces lésions n'ont absolument aucune analogie avec les altérations qui se développent dans la maladie proprement dite, quel que soit d'ailleurs le point de vue sous lequel on les envisage.

Quant à ce fait, que l'acide chlorhydrique peut donner lieu à des taches sur les pommes de terre, il ne prouve absolument rien en faveur de la supposition qui rapporte à cet acide la cause de la maladie, car il existe une foule d'autres composés chimiques différents, qui en produiraient nécessairement aussi, souvent même plus aisément que lui, si on les mettait en contact avec ces tubercules.

IV.

Nous ne nous sommes pas bornés à étudier l'action de très-petites quantités d'acide chlorhydrique sur la pomme de terre, mais nous avons voulu rechercher si des espèces congénères se comporteraient de la même manière sous l'influence de la même cause délétère.

Nous avons donc à la fois traité d'une façon semblable des plantes :

- 1° De pommes de terre (*solanum tuberosum*);
- 2° De tomates (*solanum lycopersicum*);
- 3° De morelle (*solanum nigrum*).

Or, il en est résulté pour nous la connaissance de ce fait que la tomate (plante exotique) et la morelle (plante indigène), sont au moins aussi attaquables par l'acide chlorhydrique que la pomme de terre, et manifestent absolument les mêmes altérations.

Cette similitude d'effets sur des plantes du même genre, ne nous a d'ailleurs pas surpris, car nous avons constaté déjà que les plantes du même genre ont entre elles beaucoup d'analogie, quant à la facilité avec laquelle elles se laissent altérer par les émanations acides des fabriques de produits chimiques, ou à la résistance plus ou moins grande qu'elles opposent à l'action nuisible de ces émanations.

Relativement à la maladie des pommes de terre, l'égale susceptibilité de la tomate, de la morelle et de la pomme de terre, à se laisser altérer par l'acide chlorhydrique, montre de toute évidence que si cet acide produisait la maladie en question, là où les pommes de terre sont attaquées, les tomates et les morelles

devraient l'être également. Or, l'inverse a lieu, comme nous l'avons fréquemment constaté; car plusieurs fois nous avons vu des tomates en parfait état physiologique, dans des jardins où les pommes de terre étaient fort malades, et plus de mille fois peut-être nous avons remarqué des plantes de morelle croissant avec une extrême vigueur, au milieu même de champs de pommes de terre dans lesquels la maladie avait exercé de grands ravages.

V.

Nous avons remarqué que les feuilles de pommes de terre, qui présentaient d'une manière évidente les signes caractéristiques de la maladie, conservées dans un appartement, y répandaient bientôt une odeur particulière et tout à fait insupportable, résultant de leur prompt décomposition. Il en était tout autrement des feuilles de la même plante qui avaient été altérées par l'acide chlorhydrique, car même lorsqu'elles étaient couvertes d'un grand nombre de taches produites par l'action de cet acide elles n'exhalaient pas cette mauvaise odeur au bout de peu de temps, mais se comportant comme beaucoup d'autres feuilles, elles ne se décomposaient et ne s'altéraient qu'avec une certaine lenteur.

Le fait que nous venons de rapporter, sans avoir une grande importance, constitue un caractère différentiel de plus entre la maladie proprement dite des pommes de terre et les altérations que cette plante éprouve sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

Nous nous bornerons aux considérations qui précèdent et qui sont, comme on l'a vu, plus que suffisantes pour établir avec une entière évidence que l'acide chlorhydrique ne saurait être considéré comme la cause de la maladie des pommes de terre.

Il serait superflu d'ajouter à la démonstration de cette vérité d'autres preuves que nous pourrions déduire de faits scientifiques trop spéciaux pour que chacun puisse en sentir immédiatement la valeur.

Recherches chimiques.

Bien qu'un grand nombre d'observations faites d'après la marche tracée dans les pages qui précèdent, nous aient fourni les éléments nécessaires pour résoudre, de manière à éloigner tout doute de notre esprit, une partie notable des questions relatives à l'influence qu'exercent les gaz acides sur la végétation, il nous a paru bon de nous livrer à quelques recherches chimiques spéciales.

En effet, il était utile de constater si, dans des circonstances particulières, les courants de fumée en venant frapper les végétaux ne cèdent pas une certaine quantité d'acide à l'eau répandue sur la surface de ceux-ci. Nous devons nécessairement nous assurer dans quelles circonstances, et à quelle distance des fabriques l'eau pluviale peut être à réaction acide.

Pour toutes ces recherches, nous nous sommes servis de papier bleu de tour-

nesol, préparé de façon à être très-sensible, et lorsqu'il nous a été possible de recueillir une quantité d'eau suffisante, nous en avons fait l'analyse qualitative avec le plus grand soin.

Dans un rapport adressé, il y a plusieurs années, à M. le Gouverneur de la province de Namur, relativement à une plainte dirigée contre la fabrique de Risle, se trouve mentionné un moyen très-ingénieux de constater si des gaz acides entrent en contact avec certains végétaux. Ce moyen consiste à s'assurer si des fleurs de couleur bleue deviennent rouges ou roses sous l'influence des courants de fumées des fabriques de produits chimiques. Quant à nous, nous n'avons pas cru devoir user de ce mode d'investigation par la raison qu'il nous a semblé beaucoup trop spécial et, dans la plupart des cas, très-peu concluant, surtout pour des observateurs qui ne peuvent pas se tenir tout à fait en permanence dans un lieu déterminé, près d'une fabrique de produits chimiques.

L'emploi de papier bleu de tournesol fort sensible répondait beaucoup mieux au but que nous nous proposons.

Nous y avons donc eu constamment recours et obtenu ainsi d'utiles indications relativement à la nature de certaines eaux.

Mais il était intéressant de soumettre à l'analyse des organes altérés par les émanations de gaz acides, afin de voir s'il serait possible d'y constater la présence de quelque acide minéral.

Quoique dans cette analyse, nous ayons seulement eu en vue *d'une manière spéciale*, la recherche de l'acide chlorhydrique, ce n'est qu'après d'assez longues études que nous sommes parvenus à découvrir un traitement rationnel à instituer dans ce but.

Et afin qu'il ne nous restât aucun doute sur la vérité des résultats obtenus, nous avons toujours eu soin, quand il s'agissait de feuilles ⁽¹⁾, de faire des analyses comparatives. Ainsi, par exemple, ayant soumis à l'analyse divers échantillons de feuilles fortement altérées de chêne, de charme et de groseillier, nous avons traité, *absolument et identiquement de la même manière*, divers échantillons de feuilles tout à fait saines et normales des mêmes espèces.

Or, jamais en opérant sur ces dernières nous n'avons trouvé la moindre trace d'acide chlorhydrique ni sulfurique.

Nous avons aussi soumis au même mode de traitement des échantillons de feuilles que nous avons maculées artificiellement, à un haut degré, avec une solution excessivement faible d'acide chlorhydrique ⁽²⁾. Eh bien, dans ces dernières, qui avaient été cueillies huit jours après avoir été couvertes de taches,

(1) Pour les analyses d'écorces, des essais comparatifs n'ont pu être faits de la même manière. En effet, les écorces altérées que nous avons analysées ayant déjà subi une décomposition lente à la surface des branches qu'elles enveloppaient, il nous eût été trop difficile de nous procurer des écorces normales dans un état analogue, c'est-à-dire ayant subi de même une espèce d'hémérocasic. Mais néanmoins les points de comparaison n'ont pas fait défaut, car les résultats de l'analyse de divers échantillons d'écorces ont pu être comparés entre eux.

(2) Une goutte d'acide du commerce pour quatre-vingts gouttes d'eau.

nous n'avons trouvé qu'une quantité extrêmement minime d'acide chlorhydrique, de même que dans les feuilles altérées cueillies aux environs des fabriques de produits chimiques.

En résumé, les recherches chimiques auxquelles nous nous sommes livrés, bien qu'elles ne fussent nullement indispensables pour former notre opinion, ont confirmé par leurs résultats les conséquences que nous avons tirées des observations que nous avons faites sur l'état de la végétation aux environs des fabriques de produits chimiques, et dont nous allons présenter ici le résumé.



CONCLUSIONS.

1° Il s'échappe des fabriques de produits chimiques des émanations acides qui nuisent à la végétation d'un certain nombre de plantes.

2° Toutefois, cet effet se produit d'une manière très-inégale pour les diverses espèces de plantes ligneuses ou herbacées, cultivées ou spontanées, de telle façon que certaines espèces paraissent résister très-bien à l'influence nuisible des gaz acides, tandis que d'autres sont altérées par ceux-ci, mais à des degrés très-différents.

3° De ces derniers végétaux, les uns cessent déjà, à une faible distance des usines, de manifester aucun signe d'altération, tandis que les autres continuent à se montrer altérés jusqu'à une distance plus ou moins grande, mais toujours limitée.

4° Le rayon dans lequel s'exerce l'influence nuisible des gaz acides, dépendant de plusieurs circonstances essentiellement variables, ne saurait être fixé d'une manière absolue ; mais, dans chaque cas donné, on peut le déterminer pratiquement en observant jusqu'à quelle distance les végétaux qui, comme les charmilles, sont très-attaquables par les émanations des fabriques, cessent d'offrir aucune des altérations spéciales qui doivent être attribuées à l'action de ces émanations.

5° Déterminé par ce procédé, le rayon d'influence nuisible a différé beaucoup, non seulement pour les différents établissements, mais encore dans les diverses directions autour du même établissement ; puisque c'était constamment dans la direction des vents dominants que ce rayon s'étendait le plus, tandis que, dans la direction des vents les moins fréquents, il était beaucoup moins grand et toujours peu considérable.

6° Dans la direction des vents dominants, et d'après les faits qui ont pu être observés d'une manière précise, le rayon d'influence nuisible n'a pas paru s'étendre au delà de 2,000 mètres, au *maximum*, ni de 600 mètres, au *minimum*.

(I)

ANNEXES.

I

MONSIEUR LE MINISTRE,

Par votre dépêche du 1^{er} septembre vous m'avez invité à visiter les fabriques de produits chimiques que l'on vous a dit exister à Grenelle-les Paris, ainsi que les usines que possède M. Kuhlmann aux environs de la ville de Lille et près de la ville d'Amiens. Je me suis empressé de satisfaire à votre désir, comme j'ai eu l'honneur de vous le dire verbalement ; vous connaissez également le motif qui m'a empêché jusqu'à ce jour de vous rendre compte de ma mission. Je vais essayer de le faire maintenant.

Sur la limite de la commune de Grenelle, il n'existe en activité qu'une seule usine de produits chimiques dans le genre de celles contre lesquelles on s'élève dans notre pays, et notamment dans la province de Namur ; c'est l'établissement connu sous les noms d'*Usine de Javel* que M. Fouché-Lepelletier a tout récemment vendu à une société dont M. de Sussex est le directeur-gérant.

M'étant rendu à cette usine pour la visiter, le directeur m'en a refusé l'entrée, quoique cependant j'eusse décliné ma qualité de juré de l'Exposition et la mission dont vous m'aviez investi. Par les renseignements qui m'ont été fournis par M. Balard, de l'Institut de France, qui a visité cette usine à plusieurs reprises, j'ai pu acquérir la certitude qu'il n'y existe point d'appareil de condensation de vapeurs acides, qui ne soit pas en usage dans d'autres fabriques.

Il résulte de renseignements que j'ai pris sur les lieux mêmes que cette usine fort distante d'ailleurs des habitations de la commune (500 à 700 mètres) ne laisse pas échapper habituellement des émanations nuisibles à l'homme et aux végétaux. Seulement, il paraît qu'à de rares intervalles, elle répand dans l'air quelques vapeurs d'acide chlorhydrique, mais qui ne sont jamais assez fortes pour incommoder les habitants de la commune ou pour nuire sensiblement à la végétation. J'ai trouvé d'ailleurs la végétation, autour de la fabrique, à peu près dans le même état qu'on la rencontre, à la même époque, aux environs de Paris. Le secrétaire de la commune, consulté sur la question de savoir si les habitants avaient adressé des plaintes à l'autorité contre l'usine, a répondu que depuis qu'il est en fonctions jamais des réclamations n'ont été faites.

Telles sont, Monsieur le Ministre, les seules données qu'il m'a été possible d'obtenir sur l'usine de Javel et sur les effets qu'elle produit. Il me reste à vous rendre compte de l'examen que j'ai fait des usines de M. Kuhlmann. M. Kuhlmann a qui je m'étais empressé de communiquer votre désir, non-seulement m'a autorisé à visiter tous ses établissements, mais il m'y a conduit lui-même, tant dans ceux qu'il possède aux environs de Lille, que dans l'usine de Saint-Roch près d'Amiens. Lui-même, il m'a montré dans les plus grands détails ses appareils de fabrication, et les différents moyens de condensation des vapeurs acides; enfin il m'a communiqué les rendements obtenus dans les différentes usines, et m'a exposé les motifs qui l'ont déterminé à se servir de tel appareil de préférence à tel autre, soit pour fabriquer, soit pour condenser. En un mot, par le désir d'être utile à notre pays, il m'a dévoilé toute sa fabrication. Je crois aller au-devant de vos intentions, Monsieur le Ministre, en vous priant de vouloir adresser une lettre de remerciements à ce grand industriel qui est en même temps un des hommes de science les plus éminents de France.

Je vais maintenant essayer, Monsieur le Ministre, de vous donner une idée de l'organisation des systèmes de M. Kuhlmann.

Aux environs de Lille M. Kuhlmann possède trois usines de produits chimiques, celles de la Madeleine, de Saint-André et de Loos. Près d'Amiens il possède l'établissement de Saint-Roch qui existe depuis près d'un demi-siècle et dont il n'est devenu le propriétaire que depuis peu d'années.

Systeme de la Madeleine.

Dans cette usine, qui est véritablement un établissement modèle, on fabrique :

- 1° Du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, deux produits inséparables l'un de l'autre ;
- 2° De la soude artificielle et du carbonate de soude cristallisé ;
- 3° De l'acide sulfurique sur une immense échelle ;
- 4° De l'acide azotique ;
- 5° De la potasse, du muriate et du sulfate de potasse provenant des résidus de la distillation de la mélasse de betteraves ;
- 6° Du carbonate de soude de la distillation des mêmes mélasses ;
- 7° Du sulfate d'alumine ;
- 8° Du sel raffiné.

Parmi ces différentes fabrications, il n'y a guère que la fabrication du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, et celle de l'acide sulfurique, qui peuvent donner lieu à des émanations nuisibles à la végétation et à l'homme.

Je me bornerai donc, Monsieur le Ministre, à vous parler uniquement des appareils de fabrication du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, et des moyens de condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses qui prennent naissance lors de la fabrication de l'acide sulfurique.

Dans la description des appareils, je serai bref parce que je suppose que mon exposé est destiné à des personnes qui sont au courant de ces fabrications.

Il existe à l'usine de la Madeleine quatre grands fours à sulfate de soude. Chaque

four est construit de la même manière, et l'acide chlorhydrique produit par chacun d'eux, est condensé par un système de condensation identique. Je puis donc me borner à décrire un seul four et un seul système de condensation.

Des fours à sulfate.

Le sulfate se fabrique dans un four à sulfate, dont l'intérieur est divisé en deux compartiments séparés par une cloison maçonnée. Ces compartiments peuvent être mis en communication entre eux par une ouverture pratiquée dans la cloison. Cette ouverture est munie d'un registre. Dans la partie la plus éloignée du foyer se trouve une grande chaudière ou cuvette en plomb très-épais ; dans cette chaudière se fait l'attaque du sel par l'acide sulfurique. On sait qu'il se produit ainsi un mélange de bisulfate de soude et de sel marin non décomposé. L'acide chlorhydrique qui devient libre est dirigé, par un tube coudé en grès qui pénètre dans la maçonnerie, vers un *premier système de condensation*.

Lorsque le mélange de bisulfate de soude et de sel marin est devenu bien pâteux, il est porté, par l'ouverture pratiquée dans la cloison, dans l'autre compartiment du four qui est chauffé au rouge, à l'aide des produits de la combustion *du coke* qui brûle dans un foyer pratiqué dans l'épaisseur même du four. Ce second compartiment avec son foyer est donc tout bonnement un four à réverbère, où les matières qui y sont contenues sont chauffées directement au rouge par les gaz incandescents qui traversent le four à réverbère.

L'acide chlorhydrique produit par la réaction du bisulfate de soude sur le sel marin restant, se mêle donc avec les gaz de la combustion *du coke*, et ce mélange est conduit par un canal vers un *second système de condensation*, distinct du premier.

Au-devant du four à réverbère se trouve une ouverture ou porte carrée pratiquée dans l'épaisseur de la maçonnerie. Par cette ouverture, un ouvrier répand uniformément sur la sole, à l'aide d'un ringard, le mélange pâteux sortant de la capsule de plomb ; elle sert aussi à remuer le sulfate pendant la calcination. Un peu en arrière de cette ouverture se trouve pratiquée, dans la sole même, une ouverture circulaire, qui est close pendant la calcination. Elle communique, à l'aide d'un canal, à une chambre voûtée, construite au-dessous du four même. Après la calcination du sulfate, lorsqu'il est encore chauffé au rouge et pendant même qu'il dégage encore des vapeurs acides, soit chlorhydrique, soit sulfurique anhydre, un ouvrier le fait entrer, par cette ouverture, dans cette chambre maçonnée où il se refroidit et perd ainsi la propriété de répandre des vapeurs acides dans l'air. Cette chambre est donc uniquement employée au refroidissement du sulfate rouge de feu.

Les ouvertures qui sont pratiquées dans l'épaisseur de la maçonnerie des deux compartiments de ce double four, et par lesquelles l'acide chlorhydrique produit peut s'échapper lorsqu'elles restent béantes, sont constamment fermées pendant les opérations.

Je dois dire, Monsieur le Ministre, que j'ai été frappé du soin extrême qui est pris à cet égard à toutes les ouvertures du four indistinctement. Celle de ces ouvertures qui peut rester fermée depuis le commencement de l'opération jusqu'à la fin est

parfaitement mastiquée à l'aide d'un lut de terre glaise. Celle que l'ouvrier doit ouvrir de temps à autre est si bien confectionnée, si bien entretenue ; l'obturateur en fonte destiné à la boucher, la ferme si exactement, que non-seulement l'acide qui se produit dans l'intérieur n'échappe pas au dehors du four, et ne se répand pas dans l'intérieur de l'atelier, mais même l'air extérieur ne peut pénétrer dans le four que par le foyer même, si ce n'est à l'époque des défournements, époque à laquelle ce cendrier est fermé par une porte de fer pour déterminer une certaine aspiration par la porte de service.

La maçonnerie elle-même qui compose ce système de four est enduite de couches de goudron de houille qui, en se desséchant énergiquement, ont fini par laisser sur les briques et sur le mortier qui les relie, un vernis tellement imperméable que les fours sont si nets, si propres, qu'au commencement de cette visite j'ai eu beaucoup de peine à me convaincre que j'avais affaire à des fours à sulfate de soude.

Vous serez aussi surpris que moi, Monsieur le Ministre, de cet état de choses, lorsque je vous dirai, que la plupart des fours à sulfate des fabricants de notre pays, suent l'acide chlorhydrique et rappellent constamment, par leur état de dégradation, plutôt des ruines qui font peine à voir, que des appareils en activité et appartenant à des industriels la plupart opulents.

La perfection avec laquelle sont construites les ouvertures des fours, et les obturateurs destinés à les tenir fermées ; le soin extrême que l'on met à les entretenir dans un excellent état de confection ; la vigilance que l'on exerce pour les tenir closes pendant les opérations, enfin le vernis imperméable qui recouvre le four, tout cet ensemble de précautions concourt à un résultat que je n'ai pas encore indiqué, Monsieur le Ministre, et que voici : Il ne se répand pas la moindre trace d'acide chlorhydrique dans l'atelier où se trouvent les fours à sulfate par l'attaque du sel par l'acide sulfurique et pendant la calcination du bisulfate mêlé de sel marin. Lors du brassage et du transvasement du mélange du bisulfate et du sel marin de la chaudière dans ce four à calcination, et lors du renouvellement de la charge de sel marin, il peut se répandre dans l'air de l'atelier et pendant quelques instants seulement, de l'acide chlorhydrique. Mais en dehors de ces moments, l'air des ateliers, qui d'ailleurs sont extraordinairement vastes, ne renferme pas de trace appréciable d'acide chlorhydrique ; par conséquent, de ce côté, il ne peut pas s'en répandre très-sensiblement à l'extérieur de l'usine.

Une autre disposition concourt puissamment à empêcher les vapeurs acides de se répandre dans l'intérieur de l'usine : c'est la construction au-dessous du four à réverbère, de la chambre voûtée dont j'ai déjà parlé plus haut et qui est destinée au refroidissement, hors du contact de l'air, du sulfate lors de la sortie du four, et quand il dégage encore abondamment des vapeurs acides. Dans les fabriques de sulfate de notre pays que je connais, on laisse refroidir directement le sulfate sur le sol de l'atelier ; aussi cette opération, exécutée comme elle l'est chez nous concourt pour une large part à rendre les ateliers à sulfate insalubres pour les ouvriers. Elle concourt aussi aux émanations que répandent plusieurs usines au dehors, pour une faible part, sans doute, mais cependant assez grande pour qu'à mon sens, l'autorité oblige les industriels à faire construire au-dessous de leurs fours, des chambres à refroidissement identiques à celles que je viens d'indiquer.

Des appareils à condensation de l'acide chlorhydrique.

J'ai dit plus haut que l'acide chlorhydrique résultant de l'attaque du sel marin par l'acide sulfurique dans la capsule ou chaudière en à plomb, est conduit à l'aide d'un tube coudé en grès, vers un *premier* système de condensation. J'ai exposé ailleurs, que l'acide chlorhydrique, qui prend naissance lors de la calcination du mélange, du bisulfate de soude et de sel marin, dans le four à réverbère, acide chlorhydrique qui est mêlé aux produits de la combustion du coke, est dirigé vers un *second* système de condensation. Il faut que j'indique maintenant en quoi consistent ces deux systèmes de condensation du gaz acide. D'abord, pour simplifier, je dirai que ces deux systèmes sont identiques, et que je puis, par conséquent, me borner à la description de l'un d'eux.

Un système de condensation se compose d'une *série de soixante-deux bonbonnes en grès, d'une capacité de 175 litres chacune; ces bonbonnes sont à trois tubulures, dont deux grandes sur le côté et une petite au centre, ces bonbonnes sont sur un même plan horizontal.* Elles sont reliées entre elles à l'aide de larges tubes courbés en grès, qui viennent s'adapter sur la tubulure de côté de chaque *bonbonne*. Une couche de mastic, qui conserve toujours ses propriétés plastiques, par conséquent, ne se desséchant jamais, et formé de *goudron de houille, de résine, d'argile et de sable fin*, est appliquée sur les jointures de manière à empêcher soit la sortie du gaz qui traverse le système, soit l'introduction de l'air extérieur dans les appareils. Cette série de bonbonnes se trouve placée sous un immense toit supporté sur des piliers en maçonnerie. *Ce toit protège les bonbonnes de l'action du soleil qui les échauffe, et de l'action de la pluie et de la neige qui les fait éclater*, quand on les abandonne à l'air libre comme cela se pratique chez nous.

Les *cinquante-quatre premières bonbonnes* contiennent de l'acide de plus en plus faible, puis de l'eau en s'éloignant du four, et cela à peu près à la moitié de leur capacité; elles servent à condenser la majeure partie du gaz acide et à produire *l'acide chlorhydrique marchand*.

Les *six suivantes* renferment également de l'eau ainsi que de la *withérite*, concassée en morceaux, qui les remplissent presque en entier. Le carbonate naturel de baryte et l'eau servent à retenir l'acide chlorhydrique échappé aux premiers condensateurs. La withérite, en effet, est très-rapidement attaquée par l'acide chlorhydrique qui la traverse. Il se produit du chlorure de baryum *fixe et soluble dans l'eau*. Les gaz non absorbés passent par deux dernières bonbonnes contenant de l'eau pure. Ces deux dernières bonbonnes servent de *témoins* qui accusent constamment la marche des appareils. Le système que je viens d'indiquer fonctionne habituellement de telle manière que l'un des témoins marque à peine *un* degré Baumé après dix jours de marche. Pour me laisser juger par mon odorat de la manière dont ce système condense l'acide chlorhydrique, M. Kuhlmann a fait démonter le raccord qui relie la *sixième* bonbonne à la withérite au *premier* témoin. J'ai immédiatement plongé la tête dans la tubulure de la bonbonne à la withérite, et c'est à peine si j'ai senti la présence de l'acide chlorhydrique libre dans l'atmosphère de ce vase.

L'acide chlorhydrique qui traverse ce système de condensation est donc absorbé

autant que la chose est pratiquement possible. En effet, par la grande cheminée qui se trouve au centre de la cour et qui sert d'appel aux *huit systèmes* de condensation et aux quatre foyers des fours à sulfate, il ne se dégage *pas sensiblement* de vapeurs blanches, quel que soit l'état hygrométrique de l'air ambiant. Ce fait, j'ai pu le constater le 16 septembre, et j'ai pu le vérifier le 20 novembre, jour où l'air était saturé d'humidité.

Il est d'ailleurs facile de constater matériellement avec quelle précision cette condensation a lieu, par ce seul fait que, dans l'établissement de la Madeleine, 100 kilogrammes de sel brut donnent 158 kilogrammes d'acide muriatique de 21 à 22 degrés Baumé. Or, comme le sel, tel qu'il est utilisé habituellement dans les fabriques, contient environ 8 p. % d'humidité et d'impuretés, la quantité d'acide que sa décomposition peut donner théoriquement ne devrait s'élever qu'à 161 kilogrammes, 100 kilogrammes de sel sec et pur n'en donnant que 173 kilogrammes. D'après cette donnée, il n'y a que 2 p. % d'acide de perdu, c'est une perte insignifiante pour un travail industriel. Le système de condensation n'y est pour rien, celui-là fonctionne d'une manière irréprochable, *en ce sens qu'il condense le gaz acide qui le traverse*. Je viens de dire, que par la cheminée d'appel il ne s'échappe *pas sensiblement* de vapeurs blanches; les vides qui existent entre les raccords et les tubulures de bonbonnes sont si hermétiquement mastiqués, le mastic est constamment si bien entretenu que pas une trace d'acide chlorhydrique ne les traverse. Aussi, sous les toits qui recouvrent les systèmes de condensation, l'air est aussi pur qu'au milieu de la cour ou des champs. La seule odeur qu'on y ressent est celle du goudron de houille qui entre dans la composition du mastic. Où est donc la cause de la perte de l'acide chlorhydrique? C'est ce que je vais essayer de rechercher.

J'ai dit plus haut que les cinquante-quatre premières bonbonnes sont à moitié remplies d'eau; mais le liquide contenu dans la première moitié de ces bonbonnes se sature journellement d'acide chlorhydrique.

L'eau saturée de gaz n'en prend plus, elle en laisse au contraire échapper par l'action d'un courant de gaz chaud, ou bien quand on vient à mettre la solution acide en contact de l'air. On doit donc enlever journellement, par la petite tubulure du milieu, le liquide saturé *d'acide*, et le remplacer par le liquide non saturé qui se trouve dans les autres bonbonnes. Ce déplacement et ce remplacement se font par siphonnage. Pendant cette opération, l'acide peut réellement traverser le système sans être absorbé en totalité. De plus, le liquide acide qui coule au travers de l'air, répand alors des vapeurs acides. Tous les jours, entre 7 à 8 heures du matin, cette opération s'exécute. *Le système de bonbonne sur un plan horizontal, combiné avec l'emploi de la withérite, irréprochable en lui-même comme moyen de condensation de l'acide chlorhydrique qui le traverse lorsque le système est dans son état d'intégrité, laisse à désirer en ce sens qu'il exige un siphonnage, opération dans laquelle une partie de l'appareil se vide sans remplacement immédiat, et qui entraîne fatalement avec elle un dégagement d'acide chlorhydrique dans l'air*. M. Kuhlmann, convaincu de cet inconvénient, a recherché lui-même de transformer son *système horizontal et à récolte intermittente*, en un autre à cascade, et à récolte continue, qui est en pleine activité à son établissement de Loos, dont je rends compte plus loin. Voilà donc une cause de la

perte d'acide chlorhydrique. Une autre cause, et à laquelle malheureusement il n'y a point de remède, car elle est inhérente à la nature de l'opération même, réside dans le dégagement d'acide qui se produit *particulièrement* lorsqu'on ouvre la porte de la partie du four qui renferme le *chaudière* en plomb, pour faire passer le mélange du bisulfate de soude et de sel marin dans la calcine, et pour introduire dans la capsule, par la trémie, une nouvelle charge de sel marin. Dans ces manipulations il se répand de l'acide chlorhydrique dans l'atelier, et de là, dans l'air ambiant.

Ici, le directeur de l'usine, et surtout l'ouvrier qui est devant les ouvertures sont les premiers à être incommodés par ces émanations, et quelle que soit ma sollicitude pour la santé du travailleur, je dois cependant dire que je crois que c'est une nécessité d'exposer à plus ou moins d'inconvénients ceux qui sont dans l'intérieur de l'usine, afin de soustraire l'extérieur aux émanations acides.

Pour qu'on ne se méprenne pas sur mes intentions, je vais m'expliquer. Rien ne serait plus facile que d'empêcher la sortie du gaz acide chlorhydrique par les ouvertures du four; il suffirait pour cela de déterminer par la cheminée un appel plus fort au travers des appareils de condensation et des fours, et cela par l'ouverture par laquelle l'acide se répand dans l'atelier; mais ce grand appel n'est pas compatible avec un système de condensation complète de l'acide chlorhydrique pendant la marche de l'opération. On doit donc choisir entre ces deux inconvénients : ou bien à laisser échapper dans l'atelier, trois fois par jour au plus, et cela pendant quelques minutes, des vapeurs acides, ou bien à laisser échapper d'une manière permanente l'acide chlorhydrique par la cheminée, au grand détriment de tout le voisinage. Si l'acide chlorhydrique est incommode pour la direction de l'usine et pour les ouvriers qui sont dans les ateliers, ils hâtent la partie du travail qui les incommode, et dans ce cas, le voisinage à peu souffrir. Si, au contraire, le courant d'air est assez fort pour entraîner le tout au dehors, lors de l'ouverture de la bastringue, le voisinage a doublement à souffrir. D'ailleurs un fort appel d'air présuppose toujours une cheminée très-élevée qui, à mon sens, n'est qu'un moyen, pour le propriétaire de l'usine et pour les ouvriers qui y travaillent, de gratifier les voisins et la végétation des émanations qui les gênent. Pour cette raison, en principe, je suis opposé aux cheminées très-élevées, je dirai même que moins on pourra donner d'élévation à une cheminée, plus on forcera les industriels à perfectionner leurs moyens de condensation des acides, car dans ce cas, ils sont les premiers à en souffrir, puisqu'ils se répandent dans l'usine même, et que l'autorité en constate plus facilement la présence. L'opinion que je viens d'exprimer est d'ailleurs entièrement partagée par M. Kuhlmann, qui s'est toujours opposé à l'établissement des cheminées excessivement élevées comme on en a construit en Angleterre.

Ainsi soixante-deux bonbonnes, dont cinquante-quatre renferment de l'eau, six de l'eau et de la withérite concassée, le tout relié, composent à l'usine de M. Kuhlmann, à la Madeleine, un système de condensation qui anéantit autant que cela était pratiquement possible l'acide chlorhydrique qui y passe, soit que ce gaz acide vienne de la *chaudière*, c'est-à-dire à peu près à l'état de pureté, soit que cet acide vienne de la *calcine*, c'est-à-dire mêlé aux produits de la combustion du coke. Chaque four, comme je l'ai dit plus haut, possède *deux systèmes* de ce

genre : l'un en communication avec la *chaudière*, l'autre en communication avec la *calciné*. Ce système parfait en lui-même, *en ce sens qu'il condense*, lorsque l'appel d'air n'est pas trop fort, l'acide chlorhydrique gazeux qui le traverse, entraîne cependant à une opération dont les conséquences sont fatalement des émanations acides au dehors. A la vérité, cette opération ne s'exécute qu'une seule fois dans les vingt-quatre heures.

Plus loin je discuterai plus au long les avantages du système de condensation à bonbonne par rapport au système de condensation à colonnes; je dirai également le motif qui a déterminé M. Kuhlmann à conserver ses fours à réverbère pour la calcination du sulfate, de préférence aux fours à moufle.

De la fabrication de l'acide sulfurique et de la condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses.

Dans l'usine de la Madeleine, il existe une fabrique d'acide sulfurique établie sur une très-grande échelle. L'acide sulfureux qui y est transformé en acide sulfurique provient de la combustion du soufre. *M. Kuhlmann, dans toutes ses usines, se sert exclusivement de soufre au lieu de pyrite de fer.* La fabrication de l'acide sulfurique par la combustion du soufre est *incomparablement* plus régulière et par conséquent plus facile à diriger que la fabrication du même acide par la combustion de la pyrite qui brûle d'une manière très-inégale. Cette observation est si vraie que lorsqu'on brûle de la pyrite, on n'est jamais certain de la quantité d'acide sulfureux que l'on produit dans un temps donné, et on ne peut jamais répondre de maintenir dans les gaz qui sortent par le tuyau de dégagement des chambres une proportion convenable d'oxygène; il est surtout difficile, sinon impossible, de condenser complètement l'acide sulfureux qui est toujours entraîné en quantité plus ou moins grande au dehors avec les gaz de la réaction qui s'est accomplie dans l'intérieur des chambres.

La disposition des fours à combustion de soufre et des chambres de plomb, dans l'usine de M. Kuhlmann, est la même que celle que l'on rencontre dans la plupart des fabriques bien organisées. *Seulement M. Kuhlmann utilise la chaleur produite par la combustion du soufre, pour chauffer les générateurs qui lui fournissent la vapeur d'eau nécessaire pour la réaction dans ses chambres de plomb et pour la condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses qui sortent des chambres, et il porte une attention toute particulière à ne pas mettre le gaz sulfureux trop chaud en contact avec l'acide nitrique.* Comme la disposition des fours à combustion du soufre et des chambres de plomb est généralement connue, je m'abstiens de les décrire avec plus de détail et je vais droit aux appareils de condensation des gaz et vapeurs que dégagent les chambres de plomb pendant un travail qu'on peut considérer comme régulier en fabrication.

Lorsque les chambres marchent le mieux, il sort par le tuyau de dégagement un mélange gazeux formé d'azote, de 4 à 6 p. % d'oxygène, d'acide sulfureux, de vapeurs nitreuses et tant soit peu de vapeur d'eau.

La vapeur d'eau est souvent en quantité insuffisante pour pouvoir opérer la transformation des vapeurs nitreuses en acide nitrique à la faveur de l'oxygène qui est contenu dans ce mélange gazeux. Dans la fabrication d'acide sulfurique, telle qu'elle est exécutée dans la presque totalité des usines et même les mieux

organisées, les gaz sortant des chambres de plomb renferment fréquemment de l'acide sulfureux. La présence de cet acide sulfureux provient de ce que les chambres en plomb en général, nonobstant les dimensions considérables qu'on leur donne, n'ont pas encore une capacité suffisante. En effet, dans la pratique, il est bien difficile de les faire suffisamment spacieuses pour que l'acide sulfureux en mouvement ait le temps de se transformer en entier en acide sulfurique, avant d'arriver au tuyau de dégagement des chambres avec les gaz qui ont servi à la réaction. Quand on travaille très-lentement, ou bien lorsqu'on ajoute une nouvelle chambre de plomb aux chambres existantes d'une fabrique d'acide sulfurique où l'on travaille déjà régulièrement, on observe que les gaz sortants sont presque toujours dépouillés en entier d'acide sulfureux; on le constate même souvent par le rendement qui s'élève notablement; mais souvent aussi le rendement n'est pas augmenté en rapport avec la perte causée par le ralentissement du travail, ou en proportion de la dépense que l'industriel s'est imposée par l'établissement d'une nouvelle chambre de plomb qui d'ailleurs est exposée à être fortement corrodée. Il résulte donc de ce qui précède, que dans la plupart des fabriques d'acide sulfurique, les gaz qui sortent des chambres de plomb par le tuyau de dégagement, renferment de l'acide sulfureux et que le système de condensation employé doit comprendre un moyen qui conduise à ce but.

M. Kuhlmann a pourvu à l'anéantissement de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses, par le moyen suivant : il a interposé entre les chambres de plomb et le tuyau de dégagement de gaz une série de *trente* bonbonnes. Ces bonbonnes sont reliées entre elles par de larges *coudes* en grès. Les *dix premières bonbonnes*, celles qui viennent immédiatement après la dernière chambre de plomb, contiennent un peu d'eau et ne servent que comme élément de condensation sans action chimique, les dix suivantes sont remplies presque à moitié d'une *solution concentrée d'azotate de baryte*; les *dix dernières* contiennent de l'eau et de la withérite concassée. La *deuxième* série de bonbonnes sert à la condensation de tout l'acide sulfureux et d'une partie des vapeurs nitreuses. L'acide sulfureux passe à l'état de sulfate insoluble de baryte, les vapeurs nitreuses à l'état d'acide azotique qui s'ajoute à celui qui devient libre par la décomposition de l'azotate de baryte. La *dernière* série de bonbonnes renfermant de la withérite, retient toutes les vapeurs nitreuses qui sont ramenées à l'état d'azotate de baryte. Pour opérer la transformation de l'acide sulfureux en sulfate de baryte et la transformation des vapeurs nitreuses en azotate de baryte, M. Kuhlmann introduit dans la première bonbonne un faible jet de vapeur d'eau, en même temps qu'il détermine un léger appel d'air extérieur dans cette bonbonne. Le jet de vapeur, tout en appelant l'air extérieur, favorise le tirage provoqué par la cheminée de sortie qui termine le système des chambres de plomb. Mais en même temps que la vapeur d'eau opère ce phénomène physique, elle ramène, par suite de l'air entraîné, les vapeurs nitreuses à l'état d'acide azotique; une partie de celui-ci transforme l'acide sulfureux en acide sulfurique, qui passe à l'état de sulfate de baryte; une autre partie se dissout dans l'acide où le sulfate de baryte s'est produit, la majeure partie est entraînée par le courant gazeux et va attaquer la withérite pour se fixer à l'état d'azotate de baryte.

Ainsi, on voit que dans les bonbonnes au nitrate de baryte il se forme du sul-

fate de baryte insoluble et de l'acide azotique qui devient libre; dans les bonbonnes suivantes, il se forme et de l'acide azotique et de l'azotate de baryte, qui se dissout dans l'eau. Quand la majeure partie de l'azotate de baryte des premières bonbonnes est précipitée à l'état de sulfate, les bonbonnes sont vidées, sans être déplacées. Cette vidange se fait par une tubulure qui se trouve au centre des deux tubulures latérales

Le liquide très-acide, décanté du sulfate de baryte, est neutralisé à l'aide de la withérite. Le sulfate de baryte est lavé, desséché et livré au commerce; plus loin j'indiquerai son usage. L'azotate de baryte, qui s'est produit dans les dernières bonbonnes, est enlevé à mesure que l'eau se sature; une partie de l'azotate obtenu dans la première et la seconde opération, est employée pour ramener l'acide sulfureux en sulfate de baryte, mais la majeure partie est évaporée pour préparer de l'azotate cristallisé. M. Kuhlmann s'occupe de compléter ce travail par la calcination de ce sel pour obtenir de la baryte caustique commerciale et l'utilisation des vapeurs nitreuses dans ses chambres de plomb, en remplacement d'une quantité proportionnelle d'acide azotique.

Au mois de septembre, lors de ma première visite à l'usine de M. Kuhlmann, j'ai constaté, en soulevant le raccord qui relie l'avant-dernière bonbonne à la dernière, et en plongeant la tête dans les tubulures de l'avant-dernière, c'est-à-dire dans celle où le courant a été intercepté, que l'atmosphère de cette bonbonne ne renfermait pas de trace appréciable de vapeur acide, soit sulfureuse, soit nitreuse.

Les gaz qui sortent des chambres de plomb sont donc, avant d'être lancés dans l'air, dépouillés d'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses qu'ils renfermaient. Aussi ne sent-on nulle part dans l'air, l'odeur si caractéristique de la vapeur nitreuse. On voit que M. Kuhlmann a basé le moyen de condensation des vapeurs acides sur le même principe que celui qu'il a mis en pratique pour s'emparer de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire il a transformé ses gaz et les vapeurs en produits fixés, à l'aide du carbonate de baryte.

Des marcs de soude.

J'ai dit plus haut que la fabrication de la soude artificielle n'est accompagnée d'aucun gaz pouvant nuire à l'homme ou à la végétation. Cela est absolument vrai. Néanmoins, cette fabrication laisse après elle un résidu abondant, qu'on désigne sous le nom de marcs de soude. Ce résidu, fraîchement épuisé, accumulé en tas et abandonné ainsi à lui-même, s'enflamme quelquefois par absorption vive d'oxygène de l'air et produit alors des torrents de gaz qui, étant emportés au loin par le courant d'air, brûlent la végétation qu'ils rencontrent sur leur passage, de plus, rendent l'air complètement irrespirable pour les animaux. D'autres fois par suite d'absorption d'acide carbonique, ils produisent considérablement d'acide sulfhydrique excessivement nuisible aux animaux. Il est à ma connaissance que des faits de ce genre se sont déjà produits dans la province de Namur. M. Kuhlmann, qui fabrique des quantités très-considérables de soude artificielle, et à qui il reste, par conséquent, de très-grandes quantités de marcs, se met à l'abri des accidents, par un moyen extraordinairement simple et facile à pratiquer partout. Ce moyen consiste à étaler en couche excessivement mince et légère, les résidus, dès qu'ils

sont épuisés d'alcali. Ces résidus s'oxydent alors lentement, sans s'enflammer, sans dégager sensiblement d'hydrogène sulfuré. Lorsque leur altération est complète, les ouvriers les compriment par une espèce de damage. La masse ainsi produite devient très-dure, ne s'enflamme jamais et ne produit, par conséquent, jamais le moindre inconvénient. M. Kuhlmann a exhaussé, à l'aide de couches successivement déposées, une grande partie des terrains qui environnent son usine, du côté du canal qui se trouve derrière elle.

De la végétation qui environne l'usine de la Madeleine.

L'usine de la Madeleine est située au milieu des champs les plus fertiles. Son entrée est à 30 mètres de la grande route. Un canal la sépare de la commune de Saint-André. Elle se trouve donc sur les confins de deux communes. Les terrains qui l'entourent appartiennent à M. Kuhlmann.

Lors de ma visite, au mois de septembre, devant la fabrique et à sa gauche, il y avait d'immenses plantations de betteraves, dont *la végétation était magnifique*. Je puis affirmer, de la manière la plus positive, que ni leurs racines ni le feuillage ne s'étaient ressenties en rien du voisinage de l'usine. A droite et derrière l'usine, il y a un terrain vague, destiné à l'étendage et au dépôt du marc de soude. Plus loin, dans la même direction, il y a des plantations d'arbres dont la végétation m'a paru en excellent état. En songeant à la beauté des champs de betteraves dont je viens de parler, il m'est impossible de ne pas me rappeler, avec peine, la végétation souffreteuse et même les dégâts que l'on rencontre si souvent dans les environs de nos fabriques de produits chimiques; et cependant nous n'en possédons aucune qui soit montée sur une échelle plus considérable que celle dont je viens de décrire quelques parties.

Usine de Saint-André.

L'usine de Saint-André est située aux confins de la commune de Saint-André, au bord d'un canal qui sépare cette commune de la Madeleine.

Cette usine est érigée vis-à-vis de l'usine de la Madeleine; un pont tournant, jeté sur le canal, met ces deux établissements en communication.

Dans cette usine il existe :

- 1° Une grande fabrique d'acide sulfurique;
- 2° Quatre grands fours destinés à la fabrication du carbonate et du silicate de potasse ou du silicate de soude par voie sèche;
- 3° Des autoclaves pour la fabrication du silicate de potasse par la voie humide;
- 4° Enfin des ateliers et séchoirs destinés à la fabrication et à la dessiccation du sulfate de baryte, préparé à l'aide de chlorure de baryum, produit, à la Madeleine, à Loos et à Saint-Roch-lez Amiens, par la condensation de l'acide chlorhydrique à l'aide de la withérite.

Le sulfate de baryte obtenu par précipitation du chlorure par l'acide sulfurique *dilué* est très-divisé, non cristallin, d'un blanc mat, inaltérable; il jouit de la propriété de *couvrir très-bien*, propriété dont le sulfate naturel est très-sensiblement dépourvu. L'ensemble des qualités du sulfate de baryte précipité permet

de l'employer en substitution du blanc de plomb. La valeur commerciale de ce sulfate précipité couvre et bien au delà le prix de la withérite et celui de l'acide sulfurique employé. De manière que M. Kuhlmann, en condensant toutes ses vapeurs acides, a augmenté ses bénéfices, au lieu de s'imposer des sacrifices.

Usine de Loos.

L'usine, située dans la commune de Loos, se trouve également sur le bord d'un canal. Elle est à une distance très-considérable de toute habitation, sauf de la campagne de M. Kuhlmann, qui en est distante au plus de 100 mètres. Cette usine est plus ancienne que celles de la Madeleine et de Saint-André.

On y fabrique :

- 1° Du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique ;
- 2° De l'acide sulfurique sur une échelle considérable ;
- 3° De l'acide azotique ;
- 4° Du chlorure de chaux ;
- 5° De la gélatine d'os ;
- 6° Du noir animal pour les sucreries avec des fours à revivification ;
- 7° Du sel d'étain ;
- 8° Des sels ammoniacaux ;
- 9° Des engrais.

De la fabrication du sulfate de soude.

A Loos, il existe, en activité, *cinq grands fours à sulfate*, qui sont absolument construits de la même manière que les fours à sulfate de l'usine de la Madeleine, c'est-à-dire que la calcination du sel marin avec le bisulfate s'y opère dans un four à réverbère chauffé directement par les produits de la combustion du coke qui brûle dans un foyer faisant partie du four. L'acide chlorhydrique qui y prend naissance, se mêle donc, comme à la Madeleine, avec l'azote et avec l'acide carbonique de la combustion. A ces cinq fours, il y a cinq doubles systèmes de condensation, protégés par des toits des intempéries atmosphériques. De ces cinq doubles systèmes, quatre sont identiques à ceux qui se trouvent à la Madeleine ; il me suffit de les indiquer ; *un double système diffère* : je vais essayer de décrire celui-là.

Ce double système consiste dans une série de cent vingt-quatre bonbonnes, divisées en deux parties ; l'une mise en communication avec les gaz de la *cuvette*, l'autre en communication avec les gaz de la *calcine*. Voici comment chacune est disposée : on a établi à environ un mètre au-dessous de l'ouverture par laquelle l'acide chlorhydrique sort du four, un massif en maçonnerie, en forme d'escalier ; mais afin de ménager l'espace occupé par cet escalier massif, c'est-à-dire au lieu de le prolonger en longueur, on l'a replié trois fois sur lui-même, en augmentant la largeur du massif : on a ainsi imité l'escalier d'une maison à trois étages, avec cette différence que tous les gradins sont pris dans l'épaisseur de la maçonnerie. On a placé sur chacun des replis, seize bonbonnes de 175 litres environ, les quarante-huit bonbonnes qui se trouvent ainsi rangées, sont reliées entre elles par des raccords bien mastiqués, de manière à forcer le gaz acide qui entre dans la première bonbonne d'en bas à monter successivement au travers de toutes les bon-

bonnes et à sortir par le raccord de la dernière, appelé qu'il est vers un second système de condensation, par la grande cheminée. Les bonbonnes qui se trouvent ainsi placées sur cette espèce d'escalier, sont mises en communication entre elles par des tubulures qu'on y a pratiquées sur les côtés, vers les deux tiers supérieurs. Dans l'intérieur de la tubulure gauche de chaque bonbonne se trouve soudé un tube en grès arqué qui se dirige dans l'intérieur de la bonbonne, à peu près jusqu'au fond. Je prends pour tubulure gauche de la bonbonne, celle qui fait face à ma droite quand je me trouve devant la rangée. Cette tubulure gauche étant mastiquée dans l'intérieur de la tubulure droite de la première bonbonne, le liquide qui pénètre dans la seconde se déverse dans la première au moment qu'il s'est élevé au niveau de la tubulure de la première bonbonne. Le liquide déversé vient du fond du second vase, puisque le tube arqué par lequel il doit s'écouler, plonge au fond de celui-ci. La disposition que je viens de décrire pour les deux premières bonbonnes, existe entre la deuxième et la troisième, entre la troisième et la quatrième, et ainsi successivement jusqu'à la quarante-huitième. De cette disposition il résulte que le liquide qui pénètre dans la quarante-huitième bonbonne doit s'écouler par la première, après avoir traversé successivement la quarante-septième, la quarante-sixième, la quarante-cinquième. . . . la troisième, la deuxième, la première. Puisque le liquide qui s'écoule de chaque bonbonne provient du fond de celle-ci, il en résulte aussi que c'est toujours le liquide le plus dense qui est déversé. Si je rappelle maintenant que les gaz entrent dans ce système par la première bonbonne, et s'échappent par la dernière, on conçoit qu'il se trouve toujours en contact de liquide de moins en moins acide, et, par conséquent, de plus en plus apte à en dissoudre, lorsqu'il s'en présente à lui. On conçoit aussi qu'en réglant convenablement un écoulement d'eau par la quarante-huitième bonbonne, la première doit déverser constamment de l'acide chlorhydrique à un degré de saturation constant. On doit comprendre aussi que, si l'on multipliait considérablement le nombre de bonbonnes disposées ainsi en *cascade*, on arriverait à absorber presque la totalité du gaz acide dégagé par le four, sans devoir recourir à d'autres moyens de condensation. Mais un système de ce genre exigerait un emplacement très-considérable, serait très-coûteux et ne produirait pas, à beaucoup près, ce qu'il exigerait en frais d'installation et d'entretien. M. Kuhlmann a donc ajouté à ce système une série de douze bonbonnes, renfermant de l'eau et de la withérite, et deux bonbonnes à moitié remplies d'eau pure ; celles-ci devant servir de témoins. Les bonbonnes à la withérite et les deux témoins sont mis en communication entre eux et avec le système de bonbonnes en cascade, par des raccords ordinaires. Tout l'appareil de condensation est mis en rapport avec la cheminée d'appel qui est chargée de déterminer le courant gazeux et la combustion dans le foyer du four.

Cet appareil de condensation annihile aussi complètement qu'on peut le désirer l'acide chlorhydrique produit tant par la chaudière que par la calcine. Je m'en suis assuré de manière à pouvoir l'affirmer. De plus, il fonctionne d'une manière permanente une fois que le courant est établi à la dernière bonbonne de la cascade, et s'écoule en filet continu d'acide concentré par le tube soudé dans la tubulure gauche de la première bonbonne. L'acide, à mesure qu'il s'écoule, est reçu dans un récipient clos.

Par la disposition que je viens d'indiquer, M. Kuhlmann a obvié à l'inconvénient que présente le système à bonbonne horizontal, d'exiger journellement un siphonnage des acides concentrés et le transport des acides faibles des derniers vases vers les premiers, double opération pendant laquelle il se dégage toujours plus ou moins d'acide dans l'atmosphère.

J'ai été à même de constater jusqu'à quel point le siphonnage et le transport des acides peut occasionner des émanations dans l'air. J'ai dit qu'à l'usine de Loos, sur cinq fours en activité, il y en a quatre auxquels, se trouve adapté le système horizontal, c'est-à-dire les bonbonnes placées sur un même plan, et qu'il y a un four qui marche avec un système à cascade, celui que je viens de décrire.

L'appareil de condensation, composé de bonbonnes, disposées en cascade et dans lequel la récolte est continue, présente, sous le rapport de la salubrité, de grands avantages sur le même appareil, disposé sur un même plan et dans le siphonnage et d'une manière intermittente.

Le système à cascade doit l'emporter, et de beaucoup, sur le système disposé sur un plan horizontal; parce que dans l'un la faculté d'absorption de l'eau diminue continuellement depuis le commencement jusqu'au moment de la récolte; tandis que dans l'autre cette faculté reste constante à toutes les époques de l'opération. Dans l'appareil à cascade, il n'y a de limite que dans la rapidité du courant et du degré que l'on désire donner ou maintenir à l'acide chlorhydrique liquide qui s'écoule.

Le système d'appareil en cascade disposé comme je viens de le décrire, fonctionne d'une manière irréprochable. Mais, cependant, il peut présenter certain inconvénient, comme M. Kuhlmann l'a reconnu le premier. *Cet appareil, comme tous les autres dans lesquels interviennent les bonbonnes comme récipient, est sujet à accident.* Une bonbonne peut se fêler, ou peut se casser complètement. Comme non-seulement les bonbonnes sont reliées par les tubulures à l'aide des raccords, mais sont solidaires les unes des autres par les tubulures latérales qui sont soigneusement mastiquées, il se fait que le remplacement d'une bonbonne cassée ou fêlée est une opération très-difficile. Dans la prévision de cet accident, qui doit arriver l'un ou l'autre jour, et dans l'intention de substituer pour tous ses fours le système à cascade au système sur un même plan, M. Kuhlmann a déjà fait construire un très-grand nombre de bonbonnes qui ont des raccords ordinaires, mais dont les tubulures latérales sont mises en communication l'une avec l'autre, à l'aide de gros tubes en *caoutchouc vulcanisé* (1) L'expérience en effet a prouvé que le caoutchouc et surtout le caoutchouc vulcanisé peut être très-avantageusement employé pour mettre en rapport des vases ou des tubulures qui déversent de l'acide chlorhydrique liquide. Par l'interposition du tube en caoutchouc vulcanisé, le système en cascade perdra la rigidité qui est un grand inconvénient, et le remplacement d'un vase par un autre deviendra une opération très-facile.

(1) Je sais par M. Balard, de l'Institut de France, que dans l'usine de Javel, les bonbonnes de condensation de l'acide chlorhydrique sont mises en rapport avec des tubes en caoutchouc appliqués sur des tubulures latérales. Mais là le système de bonbonnes est sur un même plan. Le caoutchouc vulcanisé est également employé en Angleterre pour le même usage.

Il est probable qu'au moment où j'écris ces lignes, la substitution du nouveau système à l'ancien a déjà été opérée pour plusieurs autres fours.

De la condensation de l'acide sulfuroux et des vapeurs nitreuses provenant de la fabrication de l'acide sulfurique.

A Loos, il existe une immense fabrique d'acide sulfurique alimentée par deux très-grands fours dans lesquels on brûle du soufre d'une manière continue. Dans les fours à soufre se trouvent les générateurs qui fournissent la vapeur d'eau nécessaire à la fabrication de l'acide sulfurique. M. Kuhlmann y utilise, comme à la Madeleine, la chaleur produite par la combustion du soufre.

L'acide sulfureux et les vapeurs nitreuses sont condensés par un appareil spécial, composé d'une série de bonbonnes, placées au-dessous des chambres. Le système barytique était en installation du moment de ma visite.

De l'état de végétation aux environs de l'usine, à Loos.

L'usine de Loos, comme je l'ai dit plus haut, se trouve au bord d'un canal. Dans un périmètre fort considérable qui existe en avant, à droite, et derrière l'usine, les terrains sont la propriété de M. Kuhlmann. A l'aspect de la végétation dans les jardins de M. Kuhlmann, dans le bois qui y est contigu, dans le parc d'une campagne à droite, il est impossible de se douter de la proximité d'une usine dans laquelle se trouvent en pleine activité cinq fours à sulfate, des chambres de plomb considérables, un grand nombre d'appareils à chlorure de chaux.

Usine de Saint-Roch-lez-Amiens.

L'usine de Saint-Roch-lez-Amiens date du commencement de ce siècle. Elle n'appartient que depuis quelques années à M. Kuhlmann. Aussi, en entrant dans cet établissement, distingue-t-on immédiatement les installations dues à M. Kuhlmann des installations anciennes.

On y fabrique du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique ;

Du carbonate de soude ;

De l'acide sulfurique ;

De l'acide azotique ;

Du chlorure de chaux.

Trois fours servent à la fabrication du sulfate de soude qui, d'ailleurs, est transformé en entier en carbonate de soude, dans l'usine même. Ces trois fours sont conformes à la description qu'en a donnée M. de Marsilly, dans sa notice sur cette usine, insérée dans les *Annales des Mines*, de 1854. J'en dirai autant des fours à soude et des appareils à lessivage des sodes brutes, j'ajouterai seulement que depuis la publication du travail de M. de Marsilly, M. Kuhlmann a installé à Saint-Roch, le système barytique tel qu'il existe à la Madeleine, et comme depuis sa création, l'usine en question se trouve de plus en plus entourée d'habitations après avoir été isolée, M. Kuhlmann, par un surcroît de précaution, y a installé un appareil de condensation supplémentaire consistant en une grande citerne dans laquelle se trouve un lait de chaux très-riche en alcali. Dans ce lait de chaux se

trouve une roue à palette qui fait fonction de ventilateur pour appeler les gaz du four au travers du système des bonbonnes vers la cheminée. Cette roue, en tournant constamment, remue vivement la bouillie liquide, la projette dans l'atmosphère qu'il s'agit de priver de traces d'acide chlorhydrique et la lance, contre les parois de la citerne.

Elle remplit donc un double but : elle sert à établir et à maintenir le courant gazeux et à présenter continuellement à ce courant un liquide alcalin, divisé et constamment renouvelé.

A la vue, il m'a été impossible de constater un dégagement d'acide chlorhydrique par la cheminée qui sert d'appel aux trois fours.

Condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses résultant de la fabrication de l'acide sulfurique.

A l'usine de Saint-Roch, il existe deux batteries de chambres de plomb ; l'une d'elles a été établie par M. Kuhlmann, d'après les mêmes dispositions que celles de la Madeleine en remplacement d'une batterie en mauvais état ; l'autre, la plus petite, appartient à l'ancienne installation. Seulement, pour éviter autant que possible certains inconvénients que celle-ci présentait, M. Kuhlmann y a fait les changements que M. de Marsilly a indiqués dans son travail. A chaque système de chambres de plomb, il est adapté un appareil de condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses. Cet appareil se compose de *deux séries* de bonbonnes construites comme celles qui existent à l'usine de Loos. Les bonbonnes sont remplies primitivement d'eau jusqu'à la hauteur des tubulures latérales par lesquelles le liquide peut se déverser d'une bonbonne dans une autre, absolument de la même manière que dans la cascade adaptée au four à sulfate, à Loos. Les gaz entrent d'un côté du système et sortent du côté opposé pour se rendre dans un conduit en maçonnerie où se trouve une couche de chaux hydratée. Au delà de ce conduit, il existe deux grandes bonbonnes remplies d'eau qui servent de témoins. En levant les raccords qui les unissent, on peut s'assurer qu'il s'échappe à peine des vapeurs nitreuses. Des témoins, les gaz se dirigent vers une cheminée en maçonnerie qui sert d'appel au four à soufre et aux chambres en plomb.

Des résidus de la fabrication du chlorure de chaux.

Généralement, pour obtenir le chlore destiné à la fabrication du chlorure de chaux, on attaque le peroxyde de manganèse par l'acide chlorhydrique dissous. Le résidu de cette réaction est une solution de chlorure de manganèse, de sesquichlorure de fer et d'acide chlorhydrique libre. Dans la plupart des usines belges, qui ne se trouvent pas sur le bord d'un cours d'eau, on laisse pénétrer dans le sol cette solution métallique au grand préjudice de la nappe d'eau potable des environs. M. Kuhlmann, au lieu d'altérer les sources d'eau et de perdre une substance métallique qui a une certaine valeur, évapore cette solution après en avoir saturé l'acide libre à l'aide de la craie. Cette saturation se fait dans un grand bassin en plomb. Un ouvrier projette de la craie divisée dans le liquide aussi longtemps qu'il se produit une effervescence d'acide carbonique. Ce terme atteint, la solution est évaporée à siccité, et le résidu solide est vendu à Paris aux

usines à gaz éclairant. Là, ils servent à épurer le gaz. En effet, le sulfhydrate d'ammoniaque, qui rend le gaz infect, passe ainsi à l'état de sulfure de manganèse et de chlorhydrate d'ammoniaque fixes.

Telles sont, Monsieur le Ministre, les dispositions des différents appareils qui servent dans les usines de M. Kuhlmann, à la Madeleine, à Saint-André, à Loos et à Saint-Roch, à fabriquer le sulfate de soude et à condenser l'acide chlorhydrique qui en provient et à anéantir les émanations acides qu'entraîne avec elle la fabrication de l'acide sulfurique. *Permettez moi, en terminant cette description, de vous faire remarquer que M. Kuhlmann, comprenant les obligations qu'impose aux industriels la situation de leur fabrique dans un pays à riches récoltes et dans la proximité des habitations, a porté toute son attention à rendre inoffensif, tant pour les hommes que pour les végétaux, l'exercice d'une industrie qui présente de grands dangers d'insalubrité, qu'il n'a reculé devant aucuns frais d'installation d'appareils pour n'avoir pas à dépasser, dans la conduite des opérations, la rapidité compatible avec une condensation des vapeurs acides aussi complète qu'on peut le désirer dans la pratique.* Aux termes de votre missive, je pourrais m'arrêter là, mais je sens que vous attendez quelque chose de plus de moi. Vous désirez sans doute que je vous dise, quels de ces appareils, quelles de ces dispositions il convient de prescrire aux industriels de notre pays? Il me serait facile de répondre à votre désir, Monsieur le Ministre, s'il n'existait pas dans d'autres usines des appareils fonctionnant également bien, ou s'il n'était pas possible d'atteindre le même but par d'autres dispositions que celles que j'ai décrites plus haut. Mais ce n'est pas le cas. Il existe en effet d'autres appareils, d'autres moyens de condensation. Il faut que je vous indique ceux que je connais qui sont susceptibles de marcher aussi très-convenablement. Je ne peux pas vous dissimuler, toutefois, que ce n'est pas sans une certaine hésitation que je vais essayer de répondre à votre attente, car je comprends la responsabilité qui pèsera sur moi, si vous venez à approuver mon avis.

Je vais parler successivement des fours à sulfate de soude, des différents systèmes d'appareils de condensation d'acide chlorhydrique applicables chez nous, et des moyens de condensation des vapeurs nitreuses et de l'acide sulfureux qui s'échappent des chambres de plomb dans lesquelles on fabrique l'acide sulfurique.

Des fours à sulfate de soude.

Soit que l'on emploie du plomb ou du fer comme récipient de l'acide sulfurique et du sel marin, pour se procurer du sulfate de soude, on se sert aujourd'hui de deux fours bien distincts : l'un, un véritable four à réverbère, dans lequel le sulfate produit est calciné directement par les gaz de la combustion d'un foyer pratiqué dans le four même, l'autre, un four à moufle ou à double enveloppe, dans lequel le sulfate est rougi dans une enceinte close.

Dans le premier cas, le gaz acide chlorhydrique, produit pendant la calcination, est mêlé avec les produits de la combustion; dans le second cas, ce gaz acide chlorhydrique se dégage à peu près à l'état de pureté. Je dis à peu près, car par l'appel que l'on doit opérer à fin d'entraîner l'acide dans les condensateurs, il pénètre toujours dans le moufle une certaine quantité d'air qui se mêle à l'acide chlorhydrique.

Le *premier four exige deux systèmes de condensation*. Pour le second on n'en emploie généralement qu'un; seul. M. Kuhlmann n'emploie dans toutes ses usines que le premier système; il a mis en pratique le second, mais il l'a abandonné à cause des inconvénients inhérents à ce genre de construction.

Le second système est suivi par plusieurs fabricants de notre pays; il est employé par M. Tennant, à Glasgow, par M. Kestner, à Thann (Haut-Rhin), par M. Seybel, à Vienne.

Auquel de ces deux fours faut-il donner la préférence? Je n'hésite pas à déclarer, que dans les conditions dans lesquelles on emploie généralement le four à moufle, c'est-à-dire avec un seul système de condensation, je suis d'avis que l'ancien four à réverbère présente plus de garantie que le nouveau. Néanmoins, je pense qu'on peut avantageusement employer le four à moufle, moyennant certaines modifications à faire subir au système de condensation. Il faut que je m'explique.

Quant au premier, je pose en fait, qu'en l'employant avec les appareils de condensation de M. Kuhlmann, ou d'autres que j'indiquerai plus loin, on peut fabriquer du sulfate de soude sans incommoder ses voisins, et moins encore sans commettre de dégâts.

Le second four, celui à moufle, ayant un seul système de condensation, présente le grand danger de donner lieu à des émanations contre lesquelles, sans changer le système de condensation, il n'y a pas de remède possible. Voici comment le four à moufle peut donner naissance à des émanations acides. Son emploi présuppose que les produits de la combustion ne peuvent jamais être mêlés à de l'acide chlorhydrique; c'est pour cette raison même qu'on supprime le second système de condensation en usage, lorsqu'on se sert du four à réverbère où les produits de la combustion sont mêlés d'acide chlorhydrique. Or, il arrive presque toujours que la voûte rouge de feu laisse passer du gaz acide par les fissures qui se produisent dans la maçonnerie, par suite, soit du retrait du mortier par la chaleur, soit par suite de l'attaque du mortier par le gaz acide chlorhydrique. Cet acide, qui passe au travers des fissures, se mêle aux gaz de la combustion et est lancé directement dans l'air par la cheminée. Jamais on ne connaît au juste la quantité d'acide qui s'échappe ainsi.

Je viens de raisonner dans les conditions ordinaires du travail; mais deux ordres d'accidents peuvent arriver et, dans l'un et l'autre cas, une grande partie de l'acide produit s'échappe dans l'air, parce qu'il se soustrait à tout moyen de condensation. Le premier accident, et dont je connais plusieurs exemples, est la perforation de la capsule de plomb dans laquelle se fait l'attaque du sel par l'acide sulfurique, perforation qui a lieu, soit que le plomb se fonde par un excès de chaleur, ou par usure par l'acide sulfurique. Dans ce cas, le mélange contenu dans la capsule coule sur des surfaces chauffées au rouge et exhale des vapeurs abondantes d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique qui sont déversées dans l'air par la cheminée avec les produits de la combustion.

Le second accident que j'ai vu arriver sur une très-grande échelle à l'usine de Saint-Gilles, puisque l'acide dégagé a brûlé la végétation à plus d'un quart de lieu de l'usine, cet accident, dis-je, consiste dans la chute d'une ou de plusieurs

briques de la voûte ; et dans cette circonstance encore, toutes les vapeurs acides sont lancées dans l'air.

Ainsi, soit que le gaz acide passe par les fissures des voûtes, soit que le vase en plomb se perfore, soit qu'une ou plusieurs briques tombent, l'acide est jeté dans l'air, parce que, je le répète, avec le four à moufle il n'y a qu'un seul système de condensation, et que surtout il n'y en a aucun pour l'acide, qui peut se trouver avec les produits de la combustion. Ce sont les fissures qui se produisent dans la maçonnerie de la voûte du moufle, ainsi que la perforation de la cuvette de plomb qui ont déterminé M. Kuhlmann à maintenir la préférence aux fours à deux compartiments.

Il résulte de ce qui précède, que les fours à moufle, avec le seul système de condensation que l'on a l'habitude d'y appliquer, exposent à des émanations soit permanentes et en quantités indéterminées, soit accidentelles, et, dans ce cas, toujours en quantités très-considérables à la fois. Il en résulte aussi que l'emploi de ces fours doit être combiné avec un système supplémentaire de condensation. Il est bien évident que celui-ci n'ayant pas à absorber de très-grandes quantités d'acide chlorhydrique, il ne doit pas avoir le développement qu'exige le système de condensation de l'acide qui vient de la cuvette et du moufle. Une dizaine de bonbonnes à moitié remplies d'eau et suivies d'une colonne de dix mètres de hauteur sur un mètre environ de diamètre, remplie intérieurement de calcaire ou de coke arrosé d'une quantité d'eau suffisante pour empêcher que l'eau, qui s'écoule au bas de la colonne, n'ait jamais au delà de 1 à 2 degrés Baumé, seraient suffisantes à notre avis. Le réservoir chargé d'arroser la colonne devrait toujours contenir assez d'eau pour que, en cas d'accident, l'acide qui se mêle abondamment à la fumée puisse être dissous par l'eau.

A cette condition, je crois que le four à calcination à moufle peut être employé aussi bien que le four à réverbère, qui exige toujours *deux systèmes complets de condensation*.

Des appareils de condensation de l'acide chlorhydrique.

Les appareils de condensation de l'acide chlorhydrique peuvent se diviser en trois :

- 1° Les appareils à bonbonnes, suivies ou non suivies d'une colonne d'absorption ;
- 2° Les appareils à colonnes ;
- 3° Les appareils à colonnes, combinés avec de grands réservoirs ou des bonbonnes qui reçoivent les liquides des colonnes, et dans lesquels ces liquides viennent se saturer d'acide chlorhydrique par le passage de cet acide à l'état de gaz.

A. Des appareils de condensation à bonbonnes.

Les inconvénients généralement reconnus aux systèmes de bonbonnes disposées sur un plan horizontal me déterminent à penser *que ce système doit être pros- crit d'une manière absolue*.

Reste le *système à cascade* que j'ai vu fonctionner à Loos. Celui-là réalise entièrement le but, surtout quand on a soin d'interposer des tubes en caoutchouc

vulcanisé pour mettre en rapport les tubulures latérales par lesquelles se déverse l'acide d'une bonbonne dans une autre.

A Loos, je l'ai dit plus haut, l'appareil en cascade est suivi d'une série de 12 à 14 bonbonnes remplies de withérite. Comme l'emploi de la withérite est combiné chez M. Kuhlmann avec une fabrication distincte, la fabrication du sulfate de baryte, et que d'ailleurs cet emploi avec le système d'appareil mécanique de lavage des gaz est une propriété garantie par un brevet, il est nécessaire d'imaginer un appareil qui remplace la withérite. Je pense que la disposition suivante atteindrait le but : après la cascade formée d'un nombre suffisant de bonbonnes (ce nombre doit être évidemment en rapport avec la grandeur du four et avec la quantité de sel décomposé dans un temps donné), on placerait une colonne de 10 mètres de hauteur, laquelle serait remplie de calcaire en gros fragments. Dans les parties du pays où l'on ne trouverait pas de calcaire compacte sur les lieux, et dans celles où les frais de transport du calcaire seraient trop élevés pour l'y amener, le carbonate de chaux pourrait être remplacé par du coke. Dans l'un et l'autre cas, c'est-à-dire lorsqu'on aurait employé soit du calcaire, soit du coke, le corps absorbant contenu dans la colonne devrait toujours, être arrosé d'une pluie très-fine d'eau. Le chlorure de calcium produit par l'attaque du calcaire constituerait une perte réelle pour l'industriel.

L'emploi de l'eau avec le coke pourrait fournir un acide de 1 à 2 degrés qui pourrait être employé pour alimenter la cascade elle-même. Dans ma pensée la colonne de 10 mètres de haut serait commune pour les deux systèmes de condensation d'un four à sulfate et à réverbère. Mais si l'on se servait d'un four à moufle, il serait indispensable d'en construire un spécial pour l'acide de la cuvette et du moufle et un autre par lequel devraient passer les gaz du foyer. Mais quel que fût le nombre des fours à réverbères, *il faudrait autant de colonnes de 10 mètres qu'il y aurait de fours en activité*. L'appel au travers de la colonne, de la cascade et des fours serait fait à l'aide d'une cheminée qui serait évidemment en hauteur proportionnelle au nombre de fours qu'elle aurait à desservir.

J'ajouterai que la cheminée chargée de déterminer l'appel des appareils de condensation ne doit pas être en communication avec des foyers autres que ceux des fours à sulfate.

Pour en revenir à l'emploi des bonbonnes pour composer un système de condensation, je dois dire que je ne me dissimule pas les inconvénients inhérents à ces vases tels qu'on les a souvent chez nous. En effet, beaucoup de bonbonnes sont faites de mauvais matériaux, de plus elles sont mal cuites, poreuses, elles laissent souvent suinter l'acide chlorhydrique de manière à être toujours humides et entourées d'une atmosphère de vapeurs d'acide. D'un autre côté, elles se fêlent quelquefois spontanément; mais ces inconvénients ne sont pas irremédiables. D'abord, je dirai qu'on doit proscrire *l'usage de vases poreux*; ceux employés chez M. Kuhlmann ne sont pas dans ce cas; et ensuite *on doit soustraire le système aux intempéries atmosphériques, en le couvrant d'un toit, qui le protège suffisamment*. Les intempéries sont presque toujours la cause de leur destruction.

Quant aux accidents qui peuvent leur arriver plus facilement qu'aux colonnes,

par suite de la maladresse des ouvriers, je les admets ; mais aussi sont-ils beaucoup plus faciles à remplacer que ces dernières.

Enfin, leur installation est infiniment moins coûteuse *que celle de certaines colonnes*. De plus, le système de bonbonnes en cascade n'exige qu'un seul écoulement d'eau à la dernière bonbonne, écoulement qui est facile à régler et à entretenir ; tandis que le système à colonnes en exige autant qu'il y a de colonnes. La récolte se fait également par une seule ouverture, tandis que dans les colonnes dans lesquelles on n'interpose pas des bonbonnes ou des réservoirs capables de remplacer celles-ci, il y a autant de récipients à acides que de colonnes. Les acides faibles, d'ailleurs, d'une colonne doivent être portés au haut d'une autre colonne pour servir à la condensation de l'acide qui passe au travers de celle-ci.

L'ensemble de ces considérations me porte à penser, que l'autorité doit permettre l'emploi de bonbonnes à cascades, dans la condition que je viens d'indiquer.

B. *Des appareils de condensation à colonnes.*

Comme je l'ai dit plus haut, les appareils à colonnes peuvent être simplement à colonnes, ou bien combinés avec de grands réservoirs en grès ou avec des bonbonnes.

Les colonnes peuvent être construites de bien des manières, sous le rapport de leur forme, sous le rapport des matériaux employés à leur construction, sous le rapport de leur contenu.

Sous le rapport de la forme, on en connaît de rondes, de carrées, ou aplaties.

Sous le rapport des matériaux, les colonnes rondes, qu'on nomme encore *puits anglais, tours*, sont construites, ou en briques réfractaires plongées préalablement dans du goudron bouillant, ou par superposition de tronçons de cylindres en grès, de un mètre de haut sur un mètre de diamètre.

Les colonnes carrées ou aplaties sont formées, en général, par la juxtaposition de larges plaques en grès, dont on bouche les pores, s'il en existe, avec du goudron bouillant.

Les colonnes sont ou vides, ou contiennent des plaques de grès, ou sont pleines de coke.

En Allemagne, en Autriche et en Alsace, dans les colonnes rondes se trouvent des plaques également rondes, dont on a coupé une section. Les bords de ces plaques sont redressés. Les plaques sont disposées de manière à se supporter mutuellement, mais à ce que le gaz acide, qui entre par le bas de la colonne, soit obligé de se replier chaque fois sur lui-même, de manière à se mettre en contact avec la face inférieure de chaque plaque, qui est continuellement arrosée d'eau par le liquide qui découle de celle qui lui est supérieure. Comme le montre le dessin ci-joint, l'eau qui sert à la condensation pénètre par le haut ; elle tombe sur la première plaque sur laquelle elle s'accumule jusqu'à la hauteur du rebord ; elle se déverse ensuite, par la section coupée sur la seconde plaque, sur laquelle elle s'accumule à son tour, jusqu'au rebord de celle-ci, pour retomber ensuite sur la troisième, etc., etc.

Cette espèce de colonne est employée surtout pour la condensation de l'acide chlorhydrique, produit par le système de four à moufle.

En Angleterre et en Belgique, on emploie quelquefois des colonnes absolument vides. Alors on se borne à y projeter une pluie très-fine d'eau.

En Angleterre, au lieu d'eau à l'état liquide, on fait souvent intervenir alternativement de l'eau à l'état de vapeur et de l'eau à l'état de pluie très-divisée. La théorie indique, qu'en faisant alterner l'eau à l'état de vapeur et à l'état liquide, c'est-à-dire, en consacrant successivement une colonne pour l'eau liquide, une colonne pour de la vapeur d'eau, on doit arriver à la meilleure et à la plus prompte condensation. Néanmoins, j'ai remarqué que partout où les industriels emploient ce système, le tirage du four est fortement contrarié et que les fours refoulent très-souvent.

Leur insuccès ne provient pas d'une erreur de principe, mais bien d'une mauvaise application du principe. Un jet de vapeur, introduit dans une enceinte qui a deux ouvertures, produit soit un tirage ou un refoulement, suivant le lieu où l'on fait arriver le jet. Le place-t-on au centre de l'enceinte? on est certain de faire sortir le milieu qui y est contenu par les deux ouvertures. Le place-t-on dans l'ouverture par laquelle on veut faire sortir le gaz? il y a toujours derrière lui appel d'air et d'autant plus fort que le jet de vapeur est plus énergique. De sorte que, si l'on veut injecter un jet de vapeur dans les colonnes, il faut le placer dans le tuyau de sortie du gaz de la colonne qui précède celle dans laquelle on veut faire arriver la vapeur. Dans ce cas, il n'y aura plus de refoulement.

Les colonnes ou puits pleins de coke en très-gros fragments, condensent parfaitement bien le gaz acide qui les traverse, surtout lorsque ce gaz est privé de gaz étrangers; elles le condensent encore bien lorsqu'il est mêlé à des produits de la combustion du coke. Le coke qui les remplit oppose plus ou moins de résistance au courant d'air, au point de diminuer très-sensiblement le tirage. Cette résistance vient du frottement du gaz contre la matière solide. Elle peut être vaincue par un jet de vapeur introduit dans le conduit qui amène le gaz de la colonne vers la cheminée. Une élévation de la cheminée produit le même effet. Cette résistance, d'ailleurs, n'est pas un mal, puisqu'elle force le fabricant à marcher plus lentement, au risque de répandre l'acide dans son usine.

La forme que l'on donne aux colonnes importe peu. Qu'elles soient rondes, carrées ou aplaties, c'est indifférent. Les matériaux qui les composent, sont également indifférents, du moment qu'ils sont imperméables aux liquides et inattaquables à l'acide chlorhydrique dissous et gazeux. Cependant, je crois devoir m'élever contre l'emploi des briques réfractaires imprégnées de goudron bouillant, du moins telle que cette imprégnation s'exécute chez nous et ailleurs.

L'imprégnation a pour but de rendre la brique imperméable et inattaquable aux acides. Ce but n'est ainsi atteint que partiellement. L'état de liquidité du goudron et de volatilité de quelques-uns des principes qui le composent, sont cause que cette matière se déplace à la longue et abandonne la brique à l'influence corrosive de l'acide. De plus, le goudron se répand sur le coke et lui enlève ainsi la propriété de s'imbiber d'eau, ou s'il s'imbibe il ne cède pas le liquide par simple déplacement. Ensuite le coke imprégné d'eau dont la surface est souillée par une mince pellicule de goudron, perd très-sensiblement la propriété de dissoudre rapi-

dement même l'acide chlorhydrique pur qui passe simplement sur sa surface. Il s'ensuit que la pratique employée aujourd'hui n'atteint pas le but, et par conséquent il est indispensable de la modifier, ou bien d'abandonner la construction des colonnes en briques goudronnées. Je pense qu'on obtiendrait des briques imperméables et inattaquables, si, après les avoir imprégnées de goudron bouillant, on les chauffait dans un four à une température suffisamment élevée pour éliminer les parties les plus volatiles, qui sont la cause première de ces défauts. L'espèce d'asphalte qui resterait ainsi dans les pores de la brique la rendrait suffisamment imperméable aux acides et préserverait infiniment mieux l'alumine qui entre dans sa composition que le goudron lui-même.

A mon avis donc, les briques réfractaires ou autres ne devraient pouvoir être employées à la construction des colonnes qu'après avoir été préalablement chauffées et desséchées dans un four spécial, après leur sortie du bain de goudron chauffé.

Dans mon opinion, et sauf meilleur avis, un système de condensation à colonnes devrait se composer des appareils suivants :

A. Pour un four à réverbère ordinaire chargé de 1,000 kilogrammes de sel marin dans les vingt-quatre heures.

1° SYSTÈME POUR LA CONDENSATION DE L'ACIDE DE LA CUVETTE.

a. Une colonne ronde de 5 mètres de hauteur renfermant à l'intérieur des plaques en grès à section coupée.

Cette colonne aurait surtout pour but de refroidir le gaz. Ce refroidissement serait opéré à l'aide d'un filet d'eau introduit d'en haut. L'acide provenant de cette colonne qui est souillée d'acide sulfurique et de bisulfate de soude, serait recueilli dans un réservoir spécial de grès disposé au pied de la colonne.

b. Trois colonnes rondes de 5 mètres de hauteur, renfermant à l'intérieur des plaques rondes comme la précédente.

c. Les gaz devraient toujours pénétrer par le bas des colonnes et sortir par le haut, en sens opposé du filet d'eau ou d'acide dilué qu'on y introduit par le haut.

d. Les gaz, à leur sortie de la dernière des trois colonnes, devraient se rendre au bas d'une colonne de même hauteur remplie de calcaire ou de coke et arrosée d'une pluie d'eau ; cette colonne serait commune au système de condensation des gaz de la calcine.

e. Les trois colonnes intermédiaires pourraient être remplacées par 35 bonnes de 175 litres chacune, et disposées en cascade, ou bien par six réservoirs en grès de un mètre cube chacun, ou bien par quatre de un mètre et demi cube chacun, également disposés en cascade.

2° SYSTÈME DE CONDENSATION DE L'ACIDE DE LA CALCINE.

a. Deux colonnes ronde, de 5 mètres de haut, renfermant à l'intérieur du coke en très-gros fragments, au lieu de plaques de grès, continuellement arrosé d'eau.

Des plaques rondes en grès placées dans cette première colonne éclateraient

par les alternatives de chaleur et de refroidissement. Le coke devrait être en très-volumineux fragments pour ne pas trop contrarier le courant.

b. Trois colonnes à plaques comme dans le précédent système.

d. Les gaz, en sortant de la troisième colonne, se rendraient dans la colonne commune remplie de calcaire en gros fragments et arrosée d'eau ; ou bien remplie de coke également arrosé d'eau. En employant du coke, l'eau qui découlerait de la cascade ne devrait jamais marquer au delà de un degré Baumé.

B. *Pour un four à moufle.*

Pour l'acide de la cuvette et du moufle il y aurait un système analogue à celui que je viens d'indiquer pour la condensation des gaz de la cuvette dans le four à réverbère ; mais ici la cinquième colonne ou la dernière, qui est remplie de calcaire ou de coke, et qui dans le système précédent est commune aux deux systèmes de condensation, devrait servir uniquement au gaz venant de la cuvette et du moufle. Comme je l'ai dit plus haut, il *doit* y avoir un système de condensation tout à fait distinct pour les produits de la combustion qui passent sur la voûte du four à moufle et qui peuvent être mêlés d'acide chlorhydrique.

Avant de finir ce que j'ai à dire sur le système de condensation de l'acide chlorhydrique, je dois déclarer que je doute que le système à colonnes puisse être très-convenablement appliqué à la condensation des gaz de la calcine. Je crains que le tirage ne soit trop contrarié ; à mon sens, il serait prudent de prescrire l'emploi de bonbonnes en cascade, quand il s'agit de fours à réverbère, du moins pour les gaz qui viennent de la calcine, et de réserver l'emploi des colonnes pour les fours à mouffles.

Des moyens de condensation de l'acide sulfureux et des vapeurs nitreuses qui se dégagent des chambres de plomb.

J'ai expliqué dans l'exposé que j'ai fait des moyens employés par M. Kuhlmann à l'usine de la Madeleine, pour condenser les gaz acides qui se dégagent des chambres de plomb, comme quoi ces gaz renferment toujours ou presque toujours de l'acide sulfureux. Le système de condensation que l'on veut prescrire doit donc anéantir cet acide en même temps qu'il fixe les vapeurs nitreuses, comme le fait d'ailleurs M. Kuhlmann ; mais les prescriptions de l'autorité ne doivent pas se borner à cela ; elles doivent surtout tendre à ce que presque tout l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre, ou par la combustion de la pyrite de fer, soit transformé en acide sulfurique dans les chambres de plomb même, afin que les gaz qui en sortent n'en entraînent point ou en entraînent le moins possible. Plusieurs conditions concourent à ce but :

1° La capacité des chambres par rapport à la capacité du four ou des fours, ou pour parler plus exactement, la *quantité de soufre brûlé pendant un temps donné pour une capacité de chambres donnée* ;

2° La régularité de la combustion du soufre et de la pyrite ;

3° La quantité d'acide azotique introduit dans les chambres pour un poids de soufre brûlé ;

4° La quantité de vapeur d'eau introduite dans le même temps ;

5° Le degré de l'acide sulfurique qui existe au fond des chambres et surtout de la grande ;

6° Enfin la présence d'une certaine quantité d'oxygène dans les gaz, à leur sortie des chambres de plomb.

Dans ses octrois d'autorisation, l'administration doit stipuler ces différentes conditions : je ne me dissimule point que le contrôle de l'observance de toutes ces conditions soit chose bien difficile, sinon impossible ; cependant il y a moyen de renfermer le fabricant dans un cercle tel qu'il tâchera de les observer ; son intérêt d'ailleurs, surtout lorsqu'il s'agit de la combustion du soufre, viendra en aide à l'autorité. Ainsi, en ce qui concerne la quantité de soufre à brûler dans un temps donné, on sait que dans un four d'une surface de sole déterminée on ne peut brûler, sans qu'il ne se volatilise du soufre, qu'une quantité déterminée de ce corps. La surface de la sole du four ou des fours, étant prise pour point de départ, la capacité des chambres doit être calculée sur le *maximum* de soufre qu'il est possible de brûler sur cette sole, sans qu'il y ait volatilisation de soufre. Je sais bien qu'en activant le courant on pourra brûler une plus grande quantité de soufre ; mais alors ce sera aux dépens du rendement. Dans la fabrique de M. de Hemptinne, hors de la porte du Rivage, à Bruxelles, où le rendement est de 3 d'acide sulfurique à 66° pour 1 de soufre brûlé, le rapport de la surface de la sole du four à soufre est celui de la capacité des chambres comme 1 mètre carré de surface est à 200 mètres cubes des chambres, et le soufre brûlé dans les vingt-quatre heures, est, par rapport au cubage, comme 1 kilogramme de soufre est à 2 mètres cubes de chambre de plomb. Pour la combustion de la pyrite, la *capacité des fours* devra être mise en proportion avec la capacité des chambres. Quant à la régularité de la combustion du soufre et de la pyrite, elle dépend des dispositions des fours, et pour la pyrite, de la manière dont elle est offerte à l'air qui doit la brûler. Je conviens que dans l'industrie il sera impossible à l'autorité de s'assurer de la quantité d'acide azotique et de vapeurs d'eau introduites dans les chambres de plomb. Le degré de l'acide qui se trouve au fond des chambres pourra toujours être constaté lors de la visite des établissements. Ce degré, dans la grande chambre, ne peut jamais s'abaisser au-dessous de 49° à 48° ni dépasser 51° à 52° Baumé.

Si les industriels, comme c'est d'ailleurs leur intérêt, veulent se renfermer dans les conditions que je viens d'indiquer, il doit se trouver fort peu d'acide sulfureux dans le gaz sortant des chambres de plomb. Quoi qu'il en soit, dans la pratique et surtout en ce qui concerne la fabrication de l'acide sulfurique par la pyrite de fer, on doit compter sur la présence du gaz acide sulfureux et prescrire les dispositions d'appareils qui peuvent le condenser, s'il en existe.

Voici des dispositions qui peuvent conduire à la condensation de l'acide sulfureux et de la vapeur nitreuse.

Les gaz sortant de la dernière chambre de plomb passeraient :

1° Au travers de 3 à 4 grandes bonbonnes en grès dur à moitié remplies d'acide azotique concentré. Cet acide azotique servirait ensuite pour le travail des chambres de plomb ; on en ajouterait dans les bonbonnes à mesure qu'on y puiserait de l'acide pour le laisser couler dans les chambres. Cet acide azotique tout en dissol-

vant une partie de la vapeur nitreuse qui passerait à sa surface, transformerait l'acide sulfureux en acide sulfurique ;

2° De la quatrième bonbonne le gaz se rendrait au bas d'une colonne en plomb renforcée par une armure extérieure en bois. Cette colonne aurait un mètre environ de diamètre et dix mètres de hauteur ; elle serait remplie par de petits cruchons en grès ⁽¹⁾, de $\frac{1}{4}$ de litre de capacité et disposés de manière à ne pas trop se tasser, mais plutôt à laisser le plus possible de vide entre eux. Ces cruchons seraient continuellement mouillés d'acide sulfurique à 66° qu'on laisserait couler par le haut, soit à l'aide de la bascule de *Perrault*, soit à l'aide d'un tube en T renversé ouvert par le haut et percé par le bas d'une infinité de petits trous. Ce tube, convenablement supporté, tourne sur lui-même lorsque l'acide sulfurique s'écoule ; les petits jets continus qu'il produit arrosent très-régulièrement les cruchons. Ce système d'arrosement combiné avec l'usage de cruchons en grès est employé dans la fabrique d'acide sulfurique de M. de Hemptinne, et produit les plus heureux résultats. L'expérience a prouvé à M. de Hemptinne que pour condenser les vapeurs nitreuses aussi parfaitement que cela est possible par ce moyen, il faut par 100 kilogrammes d'acide sulfurique à 66° produit, faire passer par la colonne d'absorption 15 kilogrammes d'acide sulfurique à 66°. L'acide qui a dissous les vapeurs nitreuses est dénitrifié par l'acide sulfureux et l'eau dans les chambres de plomb.

L'usage de la colonne d'absorption de la vapeur nitreuse par l'acide sulfurique permet une réduction considérable dans l'emploi de l'acide azotique, dans la chambre de plomb ; cette réduction s'élève même jusqu'*au tiers*.

S'il est vrai que l'emploi de l'acide sulfurique, comme moyen d'absorption, constitue une dépense pour le fabricant, il trouve une compensation dans la quantité d'acide azotique qu'il introduit en moins dans ses chambres.

La colonne en plomb renfermant des cruchons de grès arrosés d'acide sulfurique à 66°, pourrait être remplacée par deux colonnes de grès dur de 5 mètres de haut chacune et remplies de coke et arrosées d'eau. Mais dans ce cas, il serait de toute nécessité de faire intervenir, *au bas de la première colonne, un très-faible jet de vapeur d'eau pour rendre les gaz humides*. Ce moyen fournirait une faible solution d'acide azotique qui pourrait être utilisé dans la première chambre.

La colonne en plomb ou les deux colonnes en grès pourraient être remplacées par une série de 40 à 50 bonbonnes *disposées en cascade*, et à moitié remplies d'eau.

Le liquide qu'on puiserait au bas de la cascade pourrait être également introduit dans la première chambre. Ce dernier système est employé par M. Kuhlman dans son usine de Saint-Roch-lez Amiens.

Les gaz, à leur sortie de la colonne ou de la dernière bonbonne en cascade, suivant le système employé, seraient conduits vers la grande cheminée et lancés par elle dans l'atmosphère.

(1) Je dis petits cruchons, parce que l'expérience a démontré que l'emploi du coke ne vaut rien. Ce corps s'altère très-rapidement sous l'influence de l'acide sulfurique nitreux.

Les différents moyens que je viens de vous indiquer, Monsieur le Ministre, pour condenser les émanations acides qui résultent de la fabrication du sulfate de soude et de l'acide sulfurique, sont ou intégralement ou partiellement employés dans des usines que j'ai été à même de visiter ou sur lesquelles j'ai des renseignements précis.

Dans quelques cas, j'ai cru devoir y proposer des modifications à cause de certains inconvénients que j'y ai trouvés.

En vous indiquant ces différentes méthodes, c'est vous dire que je crois l'une applicable comme l'autre. Quant au choix, l'une n'est aussi indifférente que l'autre. Je n'ai qu'un seul but, celui d'être utile.

Avant de finir je vous dois, Monsieur le Ministre, une dernière observation : c'est de ne pas condamner des appareils *parce qu'ils ont mal fonctionné chez nous*, quand on a la preuve certaine qu'ils marchent bien ailleurs. *A mon sens, le Gouvernement doit tolérer l'emploi de tout système d'appareil que l'expérience a démontré pouvoir marcher sans nuire au voisinage. Prescrire d'une manière absolue un système d'appareil identique pour tous les fabricants d'une même industrie*, c'est vouloir niveler tout le monde; c'est porter une atteinte à la liberté de l'industrie, à la libre concurrence, enfin au progrès de l'esprit humain. Je le répète, le Gouvernement doit tolérer tout ce que l'expérience sanctionne; il ne peut intervenir que là où il y a abus; mais dans le cas d'abus, il doit avoir le courage de faire son devoir.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, les assurances de mon profond respect.

J. S. STAS.

Bruxelles, le 17 décembre 1855.

(XXVIII)

DEUXIÈME ANNEXE.

PROCÈS - VERBAL

de l'enquête faite dans les fabriques de la province de Namur.

Les soussignés, membres de la commission instituée pour l'examen des questions que soulève la fabrication des produits chimiques dans la province de Namur, se sont transportés les 5 et 6 septembre 1855, accompagnés de M. Sauveur, inspecteur général du service médical civil, dans les fabriques de la province, à l'effet de poser aux directeurs de ces établissements une série de questions formulées par la commission.

Il a été fait à ces questions les réponses ci-après :

FABRIQUE DE RISLE.

Administrateur, M. DEL MARMOL.

DEMANDE. Quels sont les produits que vous fabriquez ?

Réponse. L'acide sulfurique à 60° et à 66°, l'acide hydrochlorique, le sulfate de soude, le carbonate de soude à différents degrés (de 70° à 90°), les cristaux de soude, le sulfate de fer.

D. Depuis combien de temps fabriquez-vous le sulfate de soude ?

R. Nous avons commencé en 1844. La première chambre de plomb a été mise en activité au mois de mai, et vers la fin de l'année, nous avons fait du sulfate. La deuxième chambre de plomb a été construite vers la fin de 1849 et la troisième en 1852. Du reste je vérifierai et vous transmettrai les renseignements.

D. Combien de fours et quels fours aviez-vous dans le principe ?

R. Dans le principe, nous avons travaillé avec deux fours simples, analogues à

ceux que j'emploie aujourd'hui et qui sont au nombre de cinq dont un presque toujours en réparation.

D. Quelle quantité de sel marin chargez-vous dans un four? Quelle quantité d'acide sulfurique, et à quel degré?

R. 331 kilogrammes de sel et 380 à 390 d'acide à 60°, quelquefois moins selon la qualité du sel.

D. Combien dure une opération dans la cuvette, sur la sole à calciner; combien d'opérations faites-vous en vingt-quatre heures?

R. Une opération dans la cuvette dure six heures, sur la sole à calciner trois heures environ. On fait quatre opérations complètes en vingt-quatre heures.

D. Combien de bombonnes mettez-vous à chaque four?

R. Cinquante à soixante environ.

D. Avec le système de condensation que vous employez, lancez-vous dans l'atmosphère du gaz acide hydrochlorique?

R. Je le pense et cela doit être, vu que tout le gaz ne doit pas être condensé.

D. Pourquoi ne parvenez-vous pas à tout condenser?

R. Parce que si l'on voulait tout recueillir, il y aurait dans les fours un refoulement qui empêcherait le travail.

D. Dans votre opinion et d'après votre expérience, peut-on condenser l'acide hydrochlorique lorsqu'il est mêlé aux produits de la combustion?

R. Je ne saurais pas le dire; je n'en ai jamais fait l'essai.

D. Vous placiez jadis des blocs de calcaire dans le canal qui conduit à la cheminée les gaz sortant des tours de condensation; pourquoi n'employez-vous plus ce moyen?

R. Parce qu'il demandait une main-d'œuvre considérable et qu'on retirait difficilement du canal le résidu du calcaire.

D. Que pensez-vous du procédé de condensation décrit par M. de Marsilly, et consistant dans l'emploi des bombonnes à cascades, contenant du coke sur lequel on fait arriver un lait de chaux?

R. Je crois que cela entraverait le tirage; parce que le gaz devrait traverser une certaine quantité de coke.

D. Combien d'acide hydrochlorique commercial retirez-vous en vingt-quatre heures?

R. Douze à treize bouteilles contenant, en moyenne, 65 kilogrammes net.

D. Mettez-vous de l'eau dans les bombonnes pour condenser l'acide hydrochlorique?

R. Nous avons marché un certain temps sans en mettre; maintenant nous en mettons.

D. Quelle est la quantité d'acide hydrochlorique commercial qu'on peut forcer les fabricants à recueillir ?

R. Il me serait très-difficile de le dire, n'ayant l'expérience que du procédé que j'emploie.

D. Avez-vous versé dans le ruisseau des eaux chargées d'acide hydrochlorique ; dans l'affirmative à quel degré ces eaux étaient-elles ?

R. L'eau qui a passé par les tours et le canal se déverse dans un petit ruisseau aboutissant au Brugniau qui se rend dans l'Houyoux. Le degré de cette eau varie.

D. Pourriez-vous en indiquer la quantité ?

R. Non.

D. Les fours à sulfate ont-ils marché sans interruption cette année ?

R. Pendant l'hiver nous avons marché avec cinq fours, et depuis lors avec quatre seulement.

D. Est-il nécessaire d'avoir des cheminées aussi élevées ; dans l'affirmative, pourquoi ?

R. Au point de vue de la fabrication c'est nécessaire ; autrement, avec le grand nombre de bombonnes que nous employons, les fours refouleraient ; au point de vue des gaz nuisibles qui s'en échappent, il est préférable d'avoir de hautes cheminées.

D. A quelle distance, selon vous, votre grande cheminée porte-t-elle les gaz et vapeurs ?

R. Je ne saurais répondre à cette question.

D. Les vapeurs d'acide hydrochlorique qui s'échappent de votre cheminée nuisent-elles à la végétation ?

R. En âme et conscience je ne le crois pas.

D. N'avez-vous pas payé des indemnités pour des dommages causés ?

R. Oui, la première année, une somme de 400 francs à M. Bequet. A cette époque, nous n'avions qu'une petite cheminée et, de plus, les mares de soude étaient embrasés.

D. Quels sont les vents qui règnent le plus habituellement à Risle ?

R. Ce sont les vents d'Ouest et d'Ouest-Sud-Ouest, ce dernier surtout.

D. N'êtes-vous pas occupé à construire un nouveau four où les produits de la combustion seront séparés des gaz acides ?

R. Oui, et même il sera en activité d'ici à peu de jours.

D. Combien de temps vous faudrait-il pour changer tous vos fours ?

R. Trois ou quatre mois au moins, parce qu'il faut le temps de réunir les matériaux.

FABRIQUE DE FLOREFFE.

Directeur, M. HENROZ.

D. Quels sont les produits que vous fabriquez ?

R. L'acide sulfurique à 60° et à 66°, l'acide hydrochlorique, le sulfate de soude, le sel de soude à différents degrés (de 80° à 90°), les cristaux de soude et le chlorure de chaux solide.

D. Depuis combien de temps fabriquez-vous le sulfate de soude ?

R. Depuis le mois de janvier ou de février 1830. Les deux chambres de plomb ont commencé à marcher au mois de novembre 1849; la troisième a été montée en 1830.

D. Quels fours aviez-vous dans le principe et quel en était le nombre ?

R. Des fours à deux cuvettes dans lesquels les produits de la combustion se mélaient avec le gaz acide dégagé sur la sole à calciner. Il y en avait quatre dont un était toujours en réserve ou en réparation.

D. A quelle époque les avez-vous abandonnés et pourquoi ?

R. Ce système de four a été abandonné en 1832, parce que la diffusion des gaz solubles dans un grand volume de gaz peu ou pas soluble, empêche dans la pratique d'obtenir une condensation parfaite des premiers. C'est ainsi, notamment, que le gaz acide hydrochlorique résultant de la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique dans les fours à sulfate dits *bastringues*, se trouvant mélangé avec les gaz qui proviennent de la combustion du charbon ou du coke, est rendu presque incondensable.

D. Vous reconnaissez donc que ces fours à bastringue lançaient dans l'atmosphère du gaz acide hydrochlorique ?

R. Oui.

D. Quelle est la quantité d'acide hydrochlorique du commerce qu'on peut forcer les fabricants à recueillir ?

R. 120 d'acide du commerce pour 100 de sel marin, indépendamment de la quantité qui se condense à très-bas degré dans les dernières parties de l'appareil de condensation.

D. Dans les renseignements que vous avez fournis à la commission, vous avez fait connaître la quantité de sel marin décomposée en 1854, et celle d'acide commercial que vous avez recueillie. Il résulte de ces renseignements que vous n'auriez obtenu que 76.4 d'acide commercial pour 100 de sel : Comment expliquez-vous la différence entre la quantité que vous considérez comme pouvant être recueillie et celle que vous avez obtenue ?

R. C'est qu'en 1854 nous n'employions, pour recueillir l'acide hydrochlorique commercial, que des bombonnes au nombre de trente pour chaque cuvette, et

qu'aujourd'hui nous nous servons de colonnes remplies de coke et alimentées continuellement d'eau. Ces bombonnes étaient disposées en plan incliné, communiquant entre elles par un tuyau partant du fond de l'une pour aboutir à la partie supérieure de l'autre. La dernière bombonne de la partie inférieure du plan incliné fournissait l'acide du commerce ; tandis que celle de la partie supérieure était continuellement alimentée d'eau.

D. Pourquoi avez-vous abandonné votre appareil pneumatique de condensation ?

R. Parce qu'il exigeait des réparations trop fréquentes.

D. Depuis quand votre appareil de condensation à colonnes fonctionne-t-il ?

R. Depuis deux mois environ ; cet appareil n'est monté que pour le four en activité.

D. Cet appareil à colonnes marche-t-il bien, indépendamment des soins de l'ouvrier ?

R. Oui, et il y a plus ; c'est que si l'ouvrier voulait arrêter l'écoulement de l'eau dans les colonnes, le four refoulerait et l'obligerait à le rétablir immédiatement.

D. Quelle quantité de sel chargez-vous dans un four, quelle quantité d'acide sulfurique et à quel degré ?

R. 350 kilogrammes de sel et 390 d'acide à 60°.

D. Combien dure une opération dans la cuvette ?

R. Huit heures dans les fours simples, neuf heures vingt minutes dans les fours doubles.

D. Combien dure le calcinage ?

R. Quatre heures à quatre heures et demie en moyenne.

D. Combien d'opérations faites-vous en vingt-quatre heures ?

R. Trois opérations complètes dans un four simple, et cinq dans un four double. De sorte que dans un four simple, on décompose 1050 kilogrammes de sel en vingt-quatre heures et 1750 kilogrammes dans un four double.

D. Les fours de votre système breveté, augmentent-ils notablement le prix de revient du sulfate ?

R. Leur construction et leur entretien sont plus dispendieux ; leur marche exige une plus grande quantité de combustible ; mais en somme, tout cela n'entraîne qu'une augmentation de fr. 0-30 par 100 kilogrammes de sulfate de soude.

D. Que pensez-vous d'un moyen de condensation qui consisterait à absorber les vapeurs acides par la chaux ?

R. Le procédé paraît très-bon pour absorber les dernières portions d'acide

hydrochlorique, alors qu'on emploie des moyens convenables, pour dissoudre dans l'eau la plus grande partie du gaz produit.

D. S'il était reconnu que votre four, par suite de l'entrée d'une certaine quantité d'air pendant le chargement, l'agitation et le déchargement, laisse échapper une quantité notable de vapeurs acides, verriez-vous de l'inconvénient à ce que, pour remédier à ce vice, on appliquât un appareil de condensation supplémentaire dans lequel on aspirerait et ferait absorber par de la chaux, les gaz qui se dégagent pendant les manipulations que nous venons d'indiquer ?

R. Je n'y vois pas d'inconvénient.

D. Quel est le vent qui règne le plus habituellement à Floresse ?

R. Le vent du Sud-Ouest.

D. Est-il nécessaire d'avoir des cheminées aussi élevées ; dans l'affirmative pourquoi ?

R. La haute cheminée de Floresse a été primitivement construite en vue de disperser les vapeurs acides qui échappent à la condensation ; mais, dans mon opinion, lorsqu'on dispose de moyens de condensation efficaces, les grandes cheminées deviennent inutiles. Toutefois, pour l'établissement de Floresse, une grande cheminée est indispensable. Quand règnent les vents du Sud, le tirage dans les cheminées peu élevées serait contrarié par les montagnes qui avoisinent l'établissement.

D. Avez-vous versé dans la rivière des eaux chargées d'acide hydrochlorique ; dans l'affirmative à quel degré étaient-elles ?

R. Les eaux de l'appareil de condensation marquant de 4 à 5 degrés, ont toujours coulé à la Sambre ; mais jamais on n'y a versé l'acide commercial.

FABRIQUE DE MOUSTIER.

DIRECTEUR M. SALIGNAT.

D. Quels sont les produits que vous fabriquez ?

R. De l'acide sulfurique à 60° et à 66°, de l'acide hydrochlorique, du sulfate de soude, du sel de soude à 80°, 85° et 90°, des cristaux de soude, du chlorure de chaux solide et du sulfate de fer.

D. Depuis combien de temps fabriquez-vous du sulfate de soude ?

R. On a commencé à fabriquer de l'acide sulfurique dans une seule chambre, le 5 octobre 1851, et quelques jours plus tard du sulfate de soude.

D. Combien de fours et quels fours aviez-vous dans le principe ?

R. Dans le principe, nous avons trois fours, dont deux habituellement en activité ; on en a ajouté deux en 1852, après avoir mis une seconde chambre de plomb en activité. Le nombre actuel est encore de cinq. Ce sont des fours simples

à bastringue où les produits gazeux de la sole à calciner se mêlent aux produits de la combustion.

D. Les fours à sulfure ont-ils marché constamment cette année?

R. En moyenne, trois ou quatre fours ont marché constamment.

D. Quelle quantité de sel marin chargez-vous dans un four, quelle quantité d'acide sulfurique et à quel degré?

R. La quantité de sel était d'abord de 300 kilogrammes pour 320 d'acide à 60° et l'on faisait trois ou quatre opérations en vingt-quatre heures. Plus tard, on a mis, pour essai, jusqu'à 400 kilogrammes de sel et 425 d'acide, mais on a abandonné ce mélange parce qu'il nuisait à la qualité du produit.

D. Combien dure une opération dans la cuvette, sur la sole à calciner, combien d'opérations faites-vous en vingt-quatre heures?

R. Six à huit heures dans la cuvette, sur la sole à calciner les deux tiers du temps que la matière passe dans la cuvette.

Pendant le mois d'août dernier, comme vous pourrez le voir dans le journal de fabrication, on a toujours fait trois opérations en vingt-quatre heures; deux le jour et une la nuit, de 300 kilogrammes de sel et 325 d'acide à 60°.

D. Quel est le nombre de bombonnes pour chaque cuvette?

R. Quarante-deux, et ce nombre pourrait être porté à soixante, avec l'excellent tirage dont je dispose; passé ce terme le four refoulerait.

D. Dans votre opinion et d'après votre expérience peut-on condenser l'acide hydrochlorique lorsqu'il est mêlé aux produits de la combustion?

R. Difficilement: nous en condensons cependant la plus grande partie.

D. Pourquoi condense-t-on difficilement?

R. D'abord parce que le gaz mêlé aux produits de la combustion est moins saisissable par l'eau, et ensuite parce que ce gaz devant passer avec une certaine vitesse dans l'appareil, en raison du tirage qu'on doit donner, il s'en échappe une certaine quantité.

D. Vous reconnaissez donc que les fours à bastringue lancent dans l'atmosphère du gaz acide hydrochlorique?

R. Oui certainement, c'est incontestable et incontesté.

D. Quelle est la quantité d'acide hydrochlorique commercial qu'on peut forcer les fabricants à recueillir?

R. Je crois qu'on pourrait retirer 100 d'acide pour 100 de sel marin, non compris la quantité d'acide à bas degré que l'on condense et qu'on laisse couler dans des puits perdus ou à la rivière.

D. Quel est le degré des eaux acides que vous versez dans la rivière, et quelle en est la quantité?

R. Huit mètres cubes environ par 24 heures, marquant 2° à 4°.

D. Quelle quantité d'acide commercial retirez-vous par four en vingt-quatre heures ?

R. Une dizaine de bouteilles de 72 à 73 kilogrammes poids net, soit pour 100 de sel, 70 d'acide commercial, et j'estime qu'il s'en précipite autant dans l'appareil de condensation.

D. Dans votre système actuel de condensation, mettez-vous de l'eau dans les bombonnes qui reçoivent les gaz de la cuvette ?

R. Oui, dans les deux tiers les plus éloignés du four; le premier tiers n'en reçoit pas, parce que l'eau du sel marin et de l'acide sulfurique venant s'y condenser, l'acide ne viendrait pas à degré si l'on y ajoutait encore de l'eau. Ainsi, dernièrement, nous avons employé de l'acide sulfurique à 50° pour décomposer le sel marin, et l'on a obtenu dans le premier tiers des bombonnes de l'acide de 15° à 17° que l'on a dû jeter.

D. Vous venez de dire que l'on pouvait recueillir 100 d'acide commercial pour 100 de sel; vous n'en obtenez que 70 : comment expliquez-vous cette différence ?

R. Nous n'obtenons que 70 d'acide commercial, parce que nos séries de bombonnes ne permettent pas d'en recueillir davantage et que nous n'y avons pas d'intérêt. Si nous avions intérêt à recueillir plus d'acide commercial, nous augmenteriez nos séries de bombonnes, et de cette manière, il irait moins de gaz dans le condenseur. Mais il n'est pas dit pour cela qu'en somme, on condenserait plus de gaz acide hydrochlorique avec les moyens que nous avons.

D. Dans le système employé dans votre établissement, la condensation peut-elle être entravée par la négligence ou le mauvais vouloir des ouvriers ?

R. Non, sans qu'on s'en aperçoive tout de suite, parce que l'eau arrive dans l'appareil indépendamment de la volonté de l'ouvrier.

D. Que pensez-vous d'un moyen de condensation qui consisterait à absorber les vapeurs acides par la chaux ?

R. Je ne pense pas que ce moyen soit applicable ici; je l'ai expérimenté à Vedrin et j'ai observé qu'il y avait plus de gaz absorbé quand on faisait passer les vapeurs sur une surface d'eau égale à une même surface de calcaire : celui-ci n'est attaqué que par le gaz déjà combiné à l'eau et qui se précipite sur lui. Au surplus, il faudrait une grande quantité de calcaire et lorsqu'il s'agirait de nettoyer les canaux ou les appareils qui renfermeraient cette substance, il serait très-difficile sinon impossible d'en venir à bout.

D. Quels sont les vents qui règnent le plus habituellement à Moustier ?

R. Le vent d'Ouest, puis celui du Midi et celui du Nord. Les vents ne sont jamais bien directs, surtout celui d'Ouest qui est le plus souvent au Sud-Ouest.

D. Est-il nécessaire d'avoir des cheminées aussi élevées, dans l'affirmative, pourquoi ?

R. Avec le système actuel de condensation incomplète, il est nécessaire d'avoir des cheminées très-élevées. En effet, les cheminées reçoivent en même temps tous

les produits de la combustion du charbon (15,000 à 20,000 kilogrammes par jour), la vapeur aqueuse provenant des fours à évaporer les lessives de soude brute (3000 à 4000 mètres cubes) et la partie du gaz acide hydrochlorique qui a échappé à la condensation. De cette manière ce gaz acide se trouve tellement divisé et disséminé qu'il est sans force quand il atteint le sol.

D. A quelle distance, selon vous, votre grande cheminée porte-t-elle les gaz et vapeurs ?

R. Cela varie beaucoup. Quand le temps est bas et humide, ils commencent à tomber à une centaine de mètres de la fabrique et lorsque le temps est beau ils s'élèvent et se disséminent complètement dans l'atmosphère.

D. Trouveriez-vous de l'inconvénient à adopter des fours où les vapeurs acides seraient séparées des produits de la combustion ?

R. Je crois qu'il y a de l'inconvénient pour la qualité du produit ; le sulfate calciné en vase clos ne pouvant jamais être chauffé aussi fortement. Cependant je me propose de construire très-prochainement un four de ce système ; j'en ai même déjà commandé les matériaux.

FABRIQUE D'AUVELAIS.

Directeur M. DETIÈGE.

D. Quels sont les produits que vous fabriquez ?

L'acide sulfurique à 60° et à 66°, l'acide hydrochlorique, le sulfate de soude, le carbonate de soude à divers degrés (80°, 85°, 90°), les cristaux de soude.

D. Depuis combien de temps fabriquez-vous le sulfate de soude ?

R. Depuis le mois de janvier 1851. Vers la fin de 1850, nous avons fait fonctionner la première chambre de plomb et la seconde a été construite et a fonctionné en 1852.

D. Combien de fours et quels fours aviez-vous dans le principe ?

R. Nous avons commencé avec un four à deux cuvettes, et dans le courant de la même année, un second four double a été mis en activité. En 1852, nous avons fait un troisième four qui a fonctionné dès la même année. En 1854 on a construit deux fours simples accolés ; l'un de ces fours a marché avec les trois précédents pendant tout le courant de l'année. Dans tous ces fours les produits gazeux du foyer se mêlent avec le gaz acide dégagé sur la calcine.

D. Quelle quantité de sel chargez-vous dans ces fours ; quelle quantité d'acide sulfurique et à quel degré ?

R. Dans un four double, on charge, par cuvette, 500 kilogrammes de sel et 550 d'acide à 60°. L'opération dure de huit à dix heures dans une cuvette et deux heures et demie sur la sole à calciner. Nous faisons cinq opérations complètes en 24 heures.

Dans un four simple, la charge est de 400 kilogrammes de sel et 440 à 460 d'acide sulfurique de 56° à 60°. L'opération dure 8 heures dans la cuvette et 3 heures sur la calcine. On fait trois opérations complètes par jour.

D. Quelle est la quantité d'acide hydrochlorique commercial qu'on peut forcer les fabricants à recueillir?

R. Dans le courant de cette année, le plus qu'il m'a été possible de recueillir, c'est 110 kilogrammes d'acide hydrochlorique commercial, pour 100 kilogrammes de sel marin. Pour le reste, je ne pourrais répondre à la question. On dit qu'en France, on recueille 135 p. ‰.

D. Vendez-vous facilement votre acide hydrochlorique?

R. Oui, avec beaucoup de facilité; je le vends en ce moment, 4 francs mis en waggon.

D. Avez-vous versé dans la rivière des eaux chargées d'acide hydrochlorique; dans l'affirmative à quel degré ces eaux étaient-elles?

R. Non, pas dans la Sambre. Nos eaux chargées d'acide se rendent dans un puits absorbant. Ces eaux dans la première colonne du condenseur marquent 4°, et dans la dernière 0°.

D. Dans votre opinion et d'après votre propre expérience, peut-on condenser l'acide hydrochlorique lorsqu'il est mêlé aux produits de la combustion?

R. Je ne le pense pas, parce que quand le gaz acide hydrochlorique se trouve mélangé avec un autre gaz quelconque insoluble même avec de l'air, la condensation ne peut se faire que très-difficilement.

D. Vous reconnaissez donc que les fours à sulfate dits à bastringue lancent dans l'atmosphère du gaz acide hydrochlorique?

R. Naturellement; par suite de la réponse que je viens de faire, il doit se dégager des vapeurs acides dans l'atmosphère; mais elles proviennent de la calcine.

D. Croyez-vous qu'un four où les produits de la combustion sont séparés des vapeurs acides, soit pratique?

R. Il me semble qu'il serait difficile d'y donner la chauffe nécessaire pour la calcination du sulfate.

D. Avez-vous vu fonctionner des fours de ce genre?

Non.

D. C'est donc une présomption?

Oui.

D. Que pensez-vous d'un moyen de condensation qui consisterait à absorber les vapeurs acides par la chaux?

R. L'emploi de la chaux dans les bombonnes ou dans les vases de condensation

exigerait beaucoup d'embarras, parce qu'on devrait souvent la renouveler ; ce qui arrêterait d'abord la marche régulière de la condensation, et, en second lieu, le tirage devrait être augmenté par suite du grand nombre de vases à employer.

D. La dépense qu'occasionnerait l'emploi de la chaux serait-elle à vos yeux un obstacle ?

R. Je ne le crois pas.

D. Est-il nécessaire d'avoir des cheminées aussi élevées ? Pourquoi ?

R. Oui, cela est nécessaire à cause du tirage, je ne vois pas d'autres motifs.

D. N'est-ce pas parce que vous employez des moyens de condensation qui contrarient le tirage, que vous devez avoir une grande cheminée ?

R. Non, cela m'est nécessaire pour tous les fours de l'usine.

D. A quelle distance, selon vous, votre grande cheminée porte-elle les gaz et les vapeurs ?

R. Je n'ai jamais fait d'observations à ce sujet.

D. Vous avez reconnu que dans les fours, dits à bastringue, il s'échappe du gaz acide dans l'atmosphère ; selon vous, cette émanation exerce-t-elle de l'action sur la végétation ?

R. Non, cependant l'année dernière, on nous a adressé des plaintes ; mais nous n'en avons pas reçu cette année.

D. Par suite de ces plaintes, avez-vous payé des indemnités ?

R. Oui, à trois ou quatre personnes, mais le dégât, occasionné l'année dernière, n'était pas le résultat de vapeurs provenant de la cheminée, mais de la démolition de deux fours dont la maçonnerie était très-imprégnée d'acide, lequel s'est répandu en vapeur sur une pièce de seigle avoisinant l'usine.

D. Nous venons de voir que l'acide hydrochlorique pris dans les dernières bombonnes, marquait 18° ; comment expliquez-vous ce fait : l'eau des dernières bombonnes ne devrait-elle pas être à un très-faible degré ?

R. Par suite d'un accident qui vient d'arriver à la machine à vapeur, l'eau ne se trouvant plus sous la main des personnes qui soignent les bombonnes, elles ne peuvent plus les rempotter convenablement. Le liquide des dernières bombonnes marque habituellement 8° à 10°.

D. Depuis quand la machine à vapeur ne fonctionne-t-elle pas ?

R. Depuis lundi.

D. Quand sera-t-elle remise en activité ?

R. Dimanche ou lundi prochain.

D. Employez-vous des appareils pour absorber les gaz qui s'échappent des chambres de plomb ?

R. Oui, mais dans les appareils que j'emploie je ne fais intervenir que la vapeur d'eau.

D. *N'avez-vous pas eu d'accidents occasionnés par l'inflammation des marcs de soude ?*

R. Non. Mais ils se sont un peu enflammés.

D. *Quel est le vent qui règne habituellement à Auvélais ?*

R. Celui du Midi.

En foi de quoi, le présent procès-verbal a été dressé par les soussignés.

L'inspecteur général du service médical civil,

D. SAUVEUR.

Les membres de la commission,

C. E. GUILLERY, *vice-président,*

J. T. P. CHANDELON.

M. DUGNIOLLE.

M. EVERAERTS.



TROISIÈME ANNEXE.

Renseignements fournis par l'administration, au sujet de l'influence des émanations acides sur la santé publique.

Il résulte des données que M. le Gouverneur a fait recueilli en consultant les documents officiels relatifs au mouvement des naissances et des décès, pendant les cinq années qui ont précédé et suivi l'érection des établissements, que la moyenne a été favorable à l'accroissement de la population, tant dans les communes où les fabriques sont établies que dans les localités voisines. Ainsi pour la première période (1839 à 1843), le chiffre des décès est de 1 sur 66, et pour la seconde (1844 à 1848), de 1 sur 58. Il est à remarquer, en outre, qu'aucun cas de choléra ne s'est manifesté jusqu'à ce jour, dans les communes dont il s'agit, et qu'à l'exception de celle de Floresse, toutes ont été exemptes des épidémies typhoïdes qui ont régné dans la province depuis 1843. Pendant l'épidémie de Floresse, qui a particulièrement sévi au hameau de Buzet, où il y a eu 75 malades, un seul des ouvriers travaillant à la fabrique a été atteint du mal ; encore avait-il fait deux jours auparavant, une marche forcée.

D'après un rapport de M. le docteur Cambrelin, président de la commission médicale de la province de Namur, les émanations que répandent les fabriques de produits chimiques de la vallée de la Sambre, ne donnent lieu à aucune affection particulière, et les maladies de poitrine ne sont pas aujourd'hui plus fréquentes qu'autrefois dans les communes où ces établissements existent. La santé générale des populations limitrophes est restée la même que par le passé, même celle des ouvriers occupés à l'intérieur des fabriques ; et si ceux-ci sont parfois atteints, au début de leur apprentissage, d'une laryngite, d'une bronchite ou d'une gêne dans la respiration, l'accoutumance ne tarde pas à faire disparaître ces indispositions qui ne se renouvellent plus. La même observation a été faite sur les chevaux employés dans les établissements.

La commission n'en juge pas moins que le Gouvernement doit s'attacher à faire sauvegarder la santé des ouvriers et des populations voisines des fabriques,

notamment en faisant améliorer ce qui se pratique aujourd'hui pour les défournements des fours à sulfate, pour le tamisage des sels de soude prêts à être livrés au commerce, opération si facile de perfectionner, et, enfin, pour le dépôt des résidus provenant de la fabrication de la soude artificielle. Ces résidus, qui laissent dégager des émanations si désagréables et si nuisibles quand ils viennent à s'enflammer par défaut de soins, ne présentent plus aucun inconvénient lorsqu'on a la précaution de les disposer en petits tas et de les étendre en couches minces sur le sol. Peu de jours suffisent pour les décomposer, lorsqu'ils se trouvent en cet état.

Les tableaux ci-après indiquent :

Le premier, le rapport des décès à la population dans les communes les plus voisines des fabriques de produits chimiques de Risle, Floreffe, Moustier et Auvélais, pendant les trois ou cinq années qui ont respectivement précédé ou suivi la création de ces établissements ;

Le second, le rapport des décès aux naissances dans les mêmes communes, pendant les mêmes années.

TABLEAU N° 1:

Noms des fabriques.	COMMUNES.	AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.				APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.			
		ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.	ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.
RISLE.	St-Marc	1839	368	5	1 sur 40 à 41 ou 2.46 p. ‰.	1844	384	5	1 sur 51 à 52 ou 1.94 p. ‰.
		1840	399	16		1845	380	10	
		1841	375	6		1846	423	11	
		1842	383	10		1847	434	3	
		1843	371	9		1848	434	11	
			1,866	40		2,057	40		
	St-Servais	1839	581	16	1 sur 40 à 41 ou 2.49 p. ‰.	1844	699	14	1 sur 43 à 44 ou 2.365 p. ‰.
		1840	617	7		1845	717	28	
		1841	629	14		1846	977	20	
		1842	642	22		1847	968	13	
		1843	664	19		1848	1,015	25	
			3,133	78		4,376	100		
	Vedrin	1839	1,311	42	1 sur 45 à 46 ou 2.20 p. ‰.	1844	1,413	30	1 sur 50 à 51 ou 1.96 p. ‰.
		1840	1,355	31		1845	1,437	16	
		1841	1,359	32		1846	1,527	31	
		1842	1,376	27		1847	1,508	21	
		1843	1,404	18		1848	1,532	48	
			6,805	150		7,417	146		
	Champion	1839	797	18	1 sur 37 à 38 ou 2.59 p. ‰.	1844	859	14	1 sur 56 à 57 ou 1.78 p. ‰.
		1840	789	25		1845	837	21	
1841		787	24	1846		874	18		
1842		824	28	1847		872	14		
1843		840	10	1848		888	10		
		4,037	105		4,330	77			
Rhisne	1839	551	12	1 sur 44 à 45 ou 2.26 p. ‰.	1844	613	11	1 sur 70 à 71 ou 1.42 p. ‰.	
	1840	562	12		1845	636	8		
	1841	596	13		1846	744	11		
	1842	579	15		1847	768	7		
	1843	593	12		1848	766	15		
		2,851	64		3,529	50			

Noms des fabriques.	COMMUNES.	AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.				APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.			
		ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.	ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.
FLORENTE.	Florette	1845	1,936	31	1 sur 76 à 77 ou 1.30 p. o/o.	1850	2,326	28	1 sur 65 à 66 ou 1.54 p. o/o.
		1846	2,182	27		1851	2,325	53	
		1847	2,211	31		1852	2,350	33	
		1848	2,265	21		1853	2,376	33	
		1849	2,301	32		1854	2,456	35	
			10,895	142			11,833	182	
	Malonne	1845	2,344	38	1 sur 54 à 55 ou 1.83 p. o/o.	1850	2,274	40	1 sur 64 à 65 ou 1.54 p. o/o.
		1846	2,163	49		1851	2,272	38	
		1847	2,195	49		1852	2,281	31	
		1848	2,225	37		1853	2,295	31	
		1849	2,261	32		1854	2,414	38	
			11,188	205			11,536	178	
	Floriffoux	1845	470	4	1 sur 63 à 64 ou 1.565 p. o/o.	1850	480	10	1 sur 47 à 48 ou 2.12 p. o/o.
		1846	474	5		1851	480	12	
		1847	476	8		1852	493	15	
		1848	471	7		1853	494	7	
		1849	473	13		1854	508	8	
			2,304	37			2,455	52	
	Soye	1845	468	6	1 sur 74 à 75 ou 1.03 p. o/o.	1850	759	»	1 sur 75 à 76 ou 1.33 p. o/o.
		1846	714	11		1851	767	8	
1847		723	11	1852		780	11		
1848		730	9	1853		765	13		
1849		742	8	1854		764	19		
		3,377	45			3,835	51		
Franière	1845	430	9	1 sur 70 à 71 ou 1.41 p. o/o.	1850	540	1	1 sur 105 à 106 ou 0.95 p. o/o.	
	1846	495	12		1851	547	5		
	1847	506	8		1852	555	6		
	1848	521	»		1853	545	9		
	1849	527	6		1854	550	6		
		2,479	35			2,740	26		

Noms des fabriques.	COMMUNES.	AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.				APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.			
		ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.	ANNÉES.	Population.	Nombre DE DÉCÈS.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.
MOUSTIER.	Moustier.	1849	863	24	1 sur 47 ou 2.12 p. ‰.	1852	855	19	1 sur 46 ou 2.22 p. ‰.
		1850	861	16		1853	839	18	
		1851	867	15		1854	870	20	
			2,596	55			2,564	57	
	Mornimont.	1849	307	4	1 sur 63 à 64 ou 1.57 p. ‰.	1852	354	10	1 sur 51 à 52 ou 1.94 p. ‰.
		1850	304	6		1853	335	6	
		1851	313	5		1854	341	4	
			956	15			1,030	20	
	Ham-sur-Sambre.	1849	1,329	21	1 sur 57 à 58 ou 1.74 p. ‰.	1852	1,372	20	1 sur 66 à 67 ou 1.49 p. ‰.
		1850	1,335	19		1853	1,410	21	
		1851	1,351	30		1854	1,446	22	
			4,015	70			4,228	63	
AUVELAIS.	Auvélais.	1849	2,828	33	1 sur 59 à 60 ou 1.67 p. ‰.	1852	2,943	51	1 sur 55 à 56 ou 1.61 p. ‰.
		1850	2,883	49		1853	3,037	58	
		1851	2,880	62		1854	3,110	55	
			8,600	144			9,090	164	
	Jemeppe.	1849	1,659	25	1 sur 67 à 68 ou 1.68 p. ‰.	1852	1,734	38	1 sur 52 à 53 ou 1.89 p. ‰.
		1850	1,698	26		1853	1,738	36	
		1851	1,712	24		1854	1,762	25	
			5,059	75			5,234	99	
	Tamines.	1849	1,511	18	1 sur 60 à 61 ou 1.66 p. ‰.	1852	1,624	26	1 sur 60 ou 1.66 p. ‰.
		1850	1,561	19		1853	1,631	33	
		1851	1,590	40		1854	1,666	20	
			4,622	77			4,921	82	

Noms des fabriques.	COMMUNES.	AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.			APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.		
		Population.	Nombre de décès.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.	Population.	Nombre de décès.	RAPPORT DES DÉCÈS à la POPULATION.

RÉCAPITULATION PAR FABRIQUE.

RISLE.	St-Marc	1,968	46		2,057	40	
	St-Servais	3,133	78		4,376	100	
	Vedrin	6,803	150		7,417	146	
	Champion	4,037	105		4,330	77	
	Rhisne	2,851	64		3,529	50	
		18,692	443	1 sur 42 ou 2.37 p. ‰.	21,709	413	1 sur 52 à 53 ou 1.90 p. ‰.
FLOREFFE.	Florefte	10,695	142		11,833	162	
	Malonne	11,168	205		11,536	178	
	Floriffoux	2,354	37		2,455	52	
	Soye	3,377	45		3,835	51	
	Franière	2,479	35		2,746	26	
		30,313	464	1 sur 66 ou 1.53 p. ‰.	32,405	489	1 sur 66 à 67 ou 1.508 p. ‰.
MOUSTIER.	Moustier	2,596	55		2,564	57	
	Mornimont	956	15		1,030	20	
	Ham-sur-Sambre	4,015	70		4,228	63	
		7,567	140	1 sur 53 à 54 ou 1.85 p. ‰.	7,822	140	1 sur 55 à 56 ou 1.79 p. ‰.
AUVELAIS.	Auvélais	8,600	144		9,090	164	
	Jemeppe	5,059	75		5,234	99	
	Tamine	4,692	77		4,921	82	
		18,351	296	1 sur 61 à 62 ou 1.61 p. ‰.	19,245	345	1 sur 55 à 56 ou 1.79 p. ‰.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE.

Risle	18,692	443	1 sur 42 ou 2.37 p. ‰.	21,709	413	1 sur 52 à 53 ou 1.90 p. ‰.
Florefte	30,313	464	1 sur 66 ou 1.53 p. ‰.	32,405	489	1 sur 66 à 67 ou 1.508 p. ‰.
Moustier	7,567	140	1 sur 53 à 54 ou 1.85 p. ‰.	7,822	140	1 sur 55 à 56 ou 1.79 p. ‰.
Auvélais	18,351	296	1 sur 61 à 62 ou 1.61 p. ‰.	19,245	345	1 sur 55 à 56 ou 1.79 p. ‰.
	74,923	1,342	1 sur 56 à 57 ou 1.79 p. ‰.	81,181	1,387	1 sur 58 à 59 ou 1.738 p. ‰.

TABLEAU N° 2 ,

Indiquant le rapport des décès aux naissances dans les communes voisines des quatre fabriques, pendant les trois ou les cinq années qui ont respectivement précédé ou suivi la création de ces établissements.

FABRIQUES.	COMMUNES.	POPULATION EN 1839.	NAISSANCES														
			AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.							APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.							
			1839	1840	1841	1842	1843	TOTAL.	Moyenne.	1844	1845	1846	1847	1848	TOTAL.	Moyenne.	
RISLE	St-Marc	508	6	15	18	17	10	64	12 ⁴ / ₅	15	7	8	16	5	49	9 ⁴ / ₅	
	St-Servais	581	53	41	28	30	52	164	32 ⁴ / ₅	52	45	28	57	23	205	42 ³ / ₅	
	Védrin	1,511	44	47	55	40	52	247	49 ³ / ₅	50	52	48	49	48	246	49 ¹ / ₅	
			1845	1845	1846	1847	1848	1849	TOTAL.	Moyenne.	1850	1851	1852	1853	1854	TOTAL.	Moyenne.
FLOREFFE..	Florefe	1,936	55	63	56	66	62	302	60 ² / ₅	66	62	75	71	96	370	74	
	Malonne	2,344	63	67	70	51	67	318	63 ³ / ₅	70	72	72	55	86	355	70 ³ / ₅	
	Floriffoux	470	12	11	9	8	20	60	12	17	12	10	12	16	76	15 ¹ / ₅	
	Soye	694	18	21	18	15	20	92	18 ² / ₅	17	17	24	25	22	105	10 ³ / ₅	
	Franière	450	17	14	14	11	12	68	13 ² / ₅	13	8	14	8	12	55	11	
			1849	"	"	1849	1850	1851	TOTAL.	Moyenne.	"	"	1852	1853	1854	TOTAL.	Moyenne.
MOUSTIER..	Moustier	863	"	"	51	24	24	79	19 ¹ / ₃	"	"	23	18	26	69	23	
	Mornimont	507	"	"	9	5	8	22	7 ¹ / ₃	"	"	12	4	11	27	9	
	Ham-sur-Sambre.	1,529	"	"	30	57	48	135	45	"	"	38	56	59	153	51	
AUVELAIS..	Auvelais	2,828	"	"	104	106	82	292	79 ¹ / ₃	"	"	110	89	110	309	105	
	Jemeppe	1,689	"	"	60	48	51	159	53	"	"	61	60	68	189	63	
	Tamines	1,341	"	"	48	56	56	140	46 ² / ₃	"	"	58	48	66	172	57 ¹ / ₅	

DÉCÈS														POPULATION EN 1848.	DATE DES ARRÊTÉS autorisant L'ÉRECTION DES FABRIQUES.
AVANT L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.							APRÈS L'ÉTABLISSEMENT DES FABRIQUES.								
1839	1840	1841	1842	1843	TOTAL.	Moyenne.	1844	1845	1846	1847	1848	TOTAL.	Moyenne.		
5	16	6	10	9	46	9 1/5	5	10	11	5	11	50	10	454	7 décembre 1843.
16	7	14	22	19	78	15 2/5	14	28	20	13	13	88	17 2/5	1,013	
42	51	52	27	18	150	50	50	16	51	21	23	121	24 1/5	1,532	
1845	1846	1847	1848	1849	TOTAL.	Moyenne.	1850	1851	1852	1853	1854	TOTAL.	Moyenne.	1854	4 octobre 1849.
51	27	31	21	32	142	28 2/5	28	33	33	33	33	182	56 2/5	2,436	
58	40	49	37	52	203	41	40	38	31	31	38	178	38 2/5	2,414	
4	5	8	7	13	57	7 1/5	10	12	15	7	8	52	10 2/5	503	
6	11	11	9	8	43	9	»	8	11	13	10	51	10 1/5	764	
9	12	8	»	6	35	7	1	5	6	9	5	26	5 2/5	539	
»	»	1849	1850	1851	TOTAL.	Moyenne.	»	»	1852	1853	1854	TOTAL.	Moyenne.	»	26 janvier 1852.
»	»	24	16	15	55	18 1/3	»	»	19	18	20	57	19	870	
»	»	4	6	5	15	5	»	»	10	6	4	20	6 2/3	341	
»	»	21	19	30	70	23 1/3	»	»	20	21	22	63	21	1,446	
»	»	33	49	62	144	48	»	»	51	58	53	164	54 2/3	3,110	
»	»	25	26	24	75	25	»	»	38	56	25	99	33	1,762	
»	»	18	19	40	77	25 2/3	»	»	26	36	20	82	27 1/3	1,666	15 juillet 1852.

(4)

QUATRIÈME ANNEXE.

Commission instituée par M. le Ministre de l'Intérieur pour l'examen des questions relatives aux fabriques de produits chimiques.

Séance du 24 décembre 1855.

Rapport fait par M. DUGNIOLE sur la brochure et l'herbier envoyés par M. LÉON PEETERS.

Nous avons trouvé dans le dossier de la commission, parmi les réclamations soumises à l'appréciation de celle-ci, une brochure intitulée: *Salubrité publique, maladie des pommes de terre*, par LÉON PEETERS.

Pensant, sans doute, appuyer par des faits les idées qu'il avait émises dans son opuscule, M. Peeters a adressé à la commission, à la date du 10 août de cette année, un herbier « de plantes recueillies, disait-il, dans diverses contrées de la Belgique, ce qui ne laisse » aucunement place au doute sur le parcours illimité du gaz acide chlorhydrique lancé » dans l'atmosphère par les cheminées des fabriques de produits chimiques (1). »

L'herbier nous a donc été envoyé en quelque sorte comme la démonstration pratique, ou la confirmation vivante des théories développées dans le livre. L'un est ainsi inséparable de l'autre, dans l'examen que nous avons à en faire.

I. Brochure.

Le livre toutefois n'est certainement pas digne en lui-même d'une réfutation; car, s'il a réussi à démontrer quelque chose d'une manière complète, c'est l'absence presque absolue, chez son auteur, des notions les plus élémentaires des sciences physiques et naturelles. Or, pour traiter convenablement la question si vaste et si difficile des maladies végétales et de l'influence des fabriques de produits chimiques sur la végétation, M. Peeters eût dû posséder des connaissances bien positives de chimie, de météorologie et d'histoire naturelle.

Aussi, c'est avec un profond sentiment de regret que nous nous voyons forcé de nous occuper de la brochure de M. Peeters; mais en présence du mal qu'elle a fait en impressionnant vivement la population des campagnes, nous considérons comme un impérieux devoir de montrer ici combien peu sont exactes les idées de M. le pharmacien de Wanfercée, et jusqu'à quel point elles doivent exciter la défiance.

(1) Lettre de M. Peeters.

On peut d'abord caractériser d'une manière générale l'ouvrage de M. Peeters, en disant que c'est une suite presque continue d'assertions erronées et de contre-vérités scientifiques, posées en axiomes comme des faits absolument certains. Et toutes ces erreurs, c'est en empruntant à la science ses termes techniques, c'est comme conclusions de prétendues expériences et d'analyses, que l'auteur les expose au public.

Le plus habile chimiste du monde, rendant compte d'une analyse faite dans des conditions d'exactitude parfaite; le mathématicien, faisant connaître le résultat d'un calcul, ne sauraient employer un langage plus tranchant, plus affirmatif, plus absolu que celui de M. Peeters; ni montrer une assurance plus grande, ni une conviction plus profonde que lui.

Il n'est pas étonnant dès lors que l'opuscule en question, répandu à profusion dans toute la province de Namur et même ailleurs, en ait imposé, par son faux vernis de science, au peuple des campagnes, qui est tout à fait incapable de découvrir les nombreuses erreurs scientifiques qu'il renferme; et qui même, en général, est trop peu lettré pour s'apercevoir que, sous le rapport de l'orthographe, du style, de la logique et de l'arithmétique, cet ouvrage laisse énormément à désirer.

Si l'on veut ensuite caractériser, par un examen détaillé, la brochure de M. Peeters, et montrer, par des citations prises çà et là, ce qu'elle vaut quand on la place dans la balance de la science et de la vérité, on n'a vraiment que l'embarras du choix.

Quant à nous, nous devons nous borner à faire ressortir quelques-unes des hérésies scientifiques, et à discuter les principaux arguments qui ont jeté l'alarme et l'agitation dans les populations. En effet, pour indiquer tout ce que l'opuscule de M. Peeters renferme de défectueux, il faudrait un travail excessivement long et dépassant tout à fait les limites d'un rapport.

Dans le premier chapitre, intitulé : *Dissertation sur l'influence de l'acide chlorhydrique sur les êtres organisés*, il est dit (pages 14, 15 et 16) « que le règne végétal nous offre un » tableau désolant, ses plantes, ses arbustes et ses arbres sont maltraités d'un air méphitique et enduits d'une matière poisseuse s'attachant à la face supérieure des feuilles, « aux tiges, aux rameaux, aux pétioles (¹). Les feuilles sur lesquelles a séjourné cette

(¹) En tant que ce passage soit compréhensible, M. Peeters semble prendre pour une substance provenant des fabriques de produits chimiques, soit la matière gluante excrétée par les pucerons, parfois si abondants sur diverses plantes, soit certains végétaux cryptogamiques vivant en parasites sur les feuilles de divers végétaux supérieurs, à la surface desquels ils forment une espèce d'enduit noirâtre (exemple, le *cladosporium dentriticum* sur les feuilles de certains pommiers).

Nous pensons donc que M. Peeters attribue à l'influence des fabriques de produits chimiques diverses maladies végétales qui, telles que le *miélat*, la *fumagine* et autres, sont dues au parasitisme animal ou végétal.

Le *miélat* et la *fumagine* sont très-bien connus des horticulteurs, et les pucerons jouent le rôle principal dans leur production.

Le *miélat* est dû à l'accumulation, surtout sur les feuilles, de l'humour gluante et sucrée que ces insectes excrètent par les deux mamelons dont se trouve munie la partie postérieure de leur abdomen. Chacun a pu remarquer, par exemple, cette maladie sur les plantes de fèves de marais, dans les jardins potagers. Les feuilles de ce végétal, très-sujet à être envahi par de nombreux pucerons, se recouvrent, sur leur face supérieure, des excréments de ceux-ci et prennent un aspect luisant et vernissé en même temps qu'une couleur d'un brun foncé.

Mais très-souvent, surtout pour les végétaux ligneux, l'enduit visqueux et gluant qui constitue le *miélat* ne tarde pas à fixer sur les feuilles et autres organes qu'il recouvre la poussière et les corpuscules divers que charrie l'atmosphère. Il s'y développe aussi de nombreux champignons

» vapeur fuligineuse, sont picotées et corrodées et présentent un aspect évidemment dû
 » à l'aspersion d'un *liquide caustique*. Cette matière poisseuse, par l'action prolongée du
 » soleil s'en détache sous forme de croûte. D'autres végétaux, plus éloignés des fabriques,
 » ne sont pas ou sont peu affectés de cet enduit, cela en raison de sa pesanteur spéci-
 » fique plus grande que celle du gaz. Le feuillage cependant offre la trace de la liqueur
 » caustique, cela encore en raison de la densité à peu près égale à celle de l'air qui
 » charrie le gaz dans l'atmosphère avec sa mystérieuse facilité. Cette matière gluante est
 » la crasse de la fumée, mêlée à l'acide gazeux qui se dégage des hautes cheminées
 » des soudières provenant de la décomposition du sel marin et de l'acide sulfurique. Cette
 » crasse (*) accompagne toujours les gaz qui sont formés par la décomposition chimique
 » et se dissout dans l'eau de lavage destinée à sa condensation, etc., etc.

« Parmi les végétaux les plus atteints, sont sans contredit les pommes de terre. Des
 » savants ont posé des questions sur la maladie des tubercules, les voici :

« 1^{re} question. Quelle est la nature du fléau?

« 2^e question. Pourquoi la pomme de terre en est-elle plus atteinte qu'un autre végétal?

« 3^e question. Pourquoi les tiges des pommes de terre périment-elles avant le tubercule?

« 4^e question. Pourquoi les tiges périment-elles plutôt pendant la nuit que pendant le jour?

« 5^e question. Pourquoi les tubercules ne meurent-ils pas lorsqu'ils sont jeunes et qu'ils
 » ne périment que lorsqu'ils sont sur le point de mûrir?

» Sur la première question, elle est résolue en deux mots. C'est le gaz acide chlorhy-
 » drique. »

Voilà donc une accusation grave formulée contre les fabriques de soude : elles occa-
 sionnent, selon M. Peeters, la maladie des pommes de terre. La dernière phrase, dans sa
 netteté, permet de saisir toute la pensée de l'auteur que nous avons cherchée péniblement
 au milieu de l'obscurité d'idées qui règne dans toute la première partie du premier chapitre.

Pour l'altération des feuilles dont il est parlé dans ce chapitre, nous renvoyons au compte
 rendu de l'examen que nous donnerons plus loin de l'herbier pathologique de M. Peeters.

Quant à la question de savoir si c'est l'acide chlorhydrique qui occasionne la maladie
 des pommes de terre, nous l'avons traitée fort en détail, et montré par des preuves
 multiples et irrécusables que jamais assertion ne fut plus fausse.

microscopiques, qui constituent comme un enduit noirâtre, semblable à de la suie, ou à un
 dépôt considérable de fumée. Les plantes sont alors atteintes de la *fumagine*.

Tantôt la fumagine n'affecte que le limbe et le pétiole des feuilles, tantôt elle étend ses effets
 aux diverses branches et même au tronc des arbres.

En portant obstacle à l'accomplissement de diverses fonctions vitales et surtout de la respira-
 tion, le miélat et la fumagine font grand mal aux végétaux.

Les pucerons sont donc la cause première de ces deux maladies ; et comme ils s'établissent à la
 face inférieure des feuilles, l'humeur visqueuse qui suinte de leur abdomen doit nécessairement
 tomber sur la face supérieure des feuilles qui se trouvent en dessous. Voilà ce qui explique
 pourquoi M. Peeters dit *qu'une matière poisseuse s'attache à la face supérieure des feuilles*.
 Nous verrons plus loin du reste, qu'il refuse d'admettre l'existence de l'*aphis vastator*, espèce
 de puceron bien connue (page 21 de la brochure).

Mais M. Peeters a beau nier ce que plus de mille savants ont constaté, les diverses espèces
 de pucerons n'en resteront malheureusement pas moins la cause de graves dégradations pour
 plusieurs végétaux des plus utiles à l'homme.

(*) De la crasse qui se dissout dans l'eau, l'auteur ignore donc la signification chimique du
 mot dissoudre !

Pour le moment, suivons donc M. Peeters dans le second chapitre, où il donne la solution des quatre dernières questions qu'il a posées dans le premier.

Réponse à la 2^e question (p. 19). « L'altération sur les tiges se manifeste d'une manière » plus étrange chez cette solanée (*sic*), parce que son organisation est formée d'une pulpe » homogène qui se nourrit par succion et l'appareil sensitif plus susceptible d'impression à » l'action délétère du gaz, les tubes des radicules aspirant l'eau sont plus larges que ceux » des autres végétaux et dans un temps donné, la quantité d'eau aspirée par ses bouches » pompantes est donc plus considérable et peut mieux par là neutraliser l'action chimique » de l'acide. »

Que d'erreurs dans ce peu de lignes, quel dénûment absolu de toute connaissance d'anatomie et de physiologie végétales, et quelles contradictions évidentes entre les premières et les dernières assertions, et entre celles-ci et la question elle-même !

Quoi, la tige de la pomme de terre formée par une pulpe homogène qui se nourrit par succion ? Mais tous les botanistes savent que la structure de cette plante est tout aussi complexe et aussi peu homogène que celle d'une foule d'autres végétaux.

Les belles recherches anatomiques que M. Decaisne, membre de l'Institut de France, a faites sur l'organisation de la pomme de terre, et qu'il a publiées dans son histoire de la maladie de ce végétal en 1843, ont fait connaître, jusque dans ses moindres détails, cette organisation qui n'est nullement homogène comme celle, par exemple, des végétaux cellulaires.

Quoi qu'il en soit, une telle erreur indique des idées physiologiques complètement erronées. Et ce jugement est d'autant plus fondé, que M. Peeters admet un appareil *sensitif* chez les plantes, contre-vérité tellement grossière qu'il serait difficile d'imaginer quelque chose de plus exorbitant aux yeux de la science.

Enfin, remarquons encore quelle flagrante contradiction il y a à dire, d'une part, que la pomme de terre est plus atteinte qu'un autre végétal, parce que son *appareil sensitif est plus susceptible d'impression à l'action délétère du gaz*, et, d'autre part, que, dans un temps donné, la quantité d'eau absorbée par ses bouches pompantes est plus considérable que pour les autres végétaux et peut mieux par là neutraliser l'action chimique de l'acide.

Des contradictions du même genre sont très-fréquentes dans l'opuscule de M. Peeters, qui soutient, d'ailleurs, avec une égale assurance les propositions les moins conciliables.

Dans la réponse à la 3^e question (p. 19), il est dit que « les tiges périssent avant le » tubercule parce qu'elles sont plus exposées à l'action toxique du gaz que la pomme » de terre, etc. »

Cette assertion est, sans doute, d'accord avec la supposition que l'acide chlorhydrique serait la cause de la maladie des pommes de terre, mais elle tombe devant ce fait si souvent constaté par M. Decaisne, et par plusieurs autres botanistes, que les tubercules peuvent devenir malades et se gâter complètement alors que la fane reste intacte et parfaitement saine.

C'est une observation de ce genre qui a fait penser à quelques agronomes distingués que la maladie des pommes de terre débute par l'altération d'une partie des organes souterrains de cette solanée, opinion qu'il serait d'ailleurs superflu de discuter ici.

Les réponses aux deux dernières questions nous fourniraient aussi matière à des remarques critiques ; mais, nous l'avons dit, il serait superflu de relever toutes les erreurs de cet étrange opuscule.

A la page 21, on lit ce qui suit :

« Des savants ont laissé descendre leurs imaginations au sein du *monde microscopique*. » Cette prodigalité infinie de créatures que la Providence a formées, notre esprit n'est pas en état d'entrevoir la raison de leur existence. Ces parasites qu'ils ont cru être la

» cause de la maladie qui nous occupe et qu'ils ont reconnu être le *Botrytis fallax*, l'*Oïdium tuckeri*, le *cladosporium fumago*, l'*aphis vastator*, pucerons destructeurs, est un échafaudage d'illusions et de contradictions écroulé avec fracas.

« Le temps est passé où cette imagination aurait encore rencontré quelques adeptes. »

Oui vraiment, on a le droit de juger sévèrement l'œuvre d'un homme qui, manifestement étranger à toute connaissance sérieuse d'histoire naturelle, nie les faits les mieux établis et les plus positifs, et traite orgueilleusement d'illusions et de contradictions d'admirables travaux dus aux recherches savantes, consciencieuses et sûres des botanistes et des entomologistes les plus illustres.

Après avoir refusé, dans sa brochure, l'existence à une multitude de parasites du règne végétal et du règne animal, M. Peeters termine le deuxième chapitre en annonçant qu'il va s'occuper dans le chapitre suivant de la fabrication de la soude.

En traitant ce sujet, il commet les plus graves erreurs de chimie. Ainsi, par exemple, à la page 23, en parlant de la transformation du sulfate de soude en carbonate, il affirme, qu'il se dégage pendant l'opération « une foule de bulles d'oxyde de carbone qui viennent brûler à l'air et donnent naissance à du gaz hydrogène carboné ou sulfuré. »

La vérité est qu'en brûlant, l'oxyde de carbone produit toujours exclusivement et uniquement de l'acide carbonique, et qu'il est absolument impossible qu'il produise aucun autre corps. Ainsi donc, M. Peeters, en écrivant que la combustion de l'oxyde de carbone donne naissance à de l'hydrogène carboné ou sulfuré, affirme ce qui est chimiquement impossible, et montre qu'il ne possède pas plus de connaissances en chimie qu'en histoire naturelle.

Au chapitre quatrième, M. Peeters rend compte de prétendues analyses faites dans le but de constater la présence de l'acide chlorhydrique dans l'air.

1^{re} expérience (pages 31 et 32).

« Nous voulûmes nous assurer hors des influences locales si l'air contenait en réalité ce gaz prénommé. Nous fîmes les expériences au moyen de l'eudiomètre et des réactifs reconnus purs. Les quantités de gaz trouvées dans l'air au moyen de l'eudiomètre étaient chaque fois variables. »

Il est impossible de constater à l'aide de l'eudiomètre (¹), si l'air contient du gaz acide chlorhydrique. L'allégation de M. Peeters, fondée sur une impossibilité, ne mérite donc aucun crédit. D'ailleurs, si en opérant dans certaines circonstances déterminées, on peut, en se plaçant à proximité des fabriques de soude, dans le courant des fumées rabattues, recueillir de l'air mêlé d'acide chlorhydrique, il est complètement inexact d'affirmer qu'à de très-grandes distances de ces établissements, même sous le vent, on puisse obtenir un résultat du même genre, à la surface du sol. Un grand nombre d'analyses faites avec beaucoup de soin par des chimistes distingués, ont solidement établi ces faits, confirmés d'ailleurs par nos recherches personnelles.

A la page 33, nous lisons :

« Il est inutile de prouver l'existence de cet acide dans l'atmosphère ; les preuves en sont trop évidentes, pour avoir besoin ici de pousser plus avant ces investigations ; la planche contenue dans cet ouvrage en est une preuve évidente.

« On connaît actuellement vingt-deux espèces de végétaux attaqués par le gaz acide chlorhydrique. »

(¹) Aucun des instruments connus dans la science sous le nom d'eudiomètre ne se prête à une recherche de ce genre. Il est à regretter que M. Peeters n'ait pas fait connaître la disposition de l'instrument dont il dit s'être servi.

Or, la planche qui se trouve à la fin de la brochure représente un certain nombre de feuilles dessinées d'après nature, et chargées de taches que M. Peeters, considère comme produites par l'action corrosive de l'acide chlorhydrique. Mais, nous le montrerons, en faisant connaître la nature des taches que nous ont présentées les feuilles rassemblées dans l'herbier, ces altérations sont généralement produites par des cryptogames parasites, végétaux microscopiques qui, bien que M. Peeters nie leur existence, ont toujours existé dans les conditions dans lesquelles nous les voyons aujourd'hui encore sur les feuilles de certaines plantes.

Cela est si vrai que, depuis un grand nombre d'années, tous ces végétaux sont connus dans la science; qu'ils ont reçu chacun un nom particulier, et que leurs caractères distinctifs sont consignés avec une précision parfaite dans les ouvrages de botanique descriptive.

Si M. Peeters avait observé la nature avec plus de soin qu'il ne l'a fait, il n'aurait pas dit, guidé par le préjugé qu'il a embrassé, qu'on connaît vingt-deux espèces de végétaux attaqués par le gaz acide chlorhydrique, mais il en aurait porté le nombre à *plusieurs centaines*. Il n'existe guère, en effet, de plante dont les feuilles ne soient susceptibles d'être envahies par quelque cryptogame parasite, qui y constitue des taches de forme et de couleur variées, et détermine même parfois des perforations ou des déchirures. Cela ne doit pas surprendre : les plantes comme les animaux ont leurs parasites, et on sait qu'il n'y a guère d'animal qui n'en offre une ou plusieurs espèces distinctes.

2° expérience (p. 34).

« Nous avons exposé en plein air des caisses de pommes de terre cultivées à l'intérieur » et très-vigoureuses. Quatre de ces caisses furent placées à 3,000 mètres des fabriques, » et éloignées les unes des autres d'environ 6,000 mètres. Après un séjour d'environ quatre » semaines, les tiges ont commencé à être prises. Elles subirent le sort commun et dans » l'espace de cinq, huit et dix jours, les plantes étaient totalement desséchées.

» Les espèces de cryptogames que l'on a quelquefois observé (*sic*) sur les fanes n'étaient » en réalité que de petites ampoules occasionnées par la condensation du gaz acide chlor- » hydrique; vues au microscope, on en distinguait facilement les traces d'intoxication.

» Une cinquième caisse fut également placée le même jour à côté d'une autre caisse, » recouverte d'une cloche en verre et élevée sur une éminence en briques. La plante était » rarement arrosée; elle conservait sa force et ses qualités physiques; la floraison en a été » parfaite et les tubercules ne furent pas plus atteints que les tiges. »

Que des pommes de terre très-vigoureuses, cultivées d'abord à l'intérieur, soit d'une maison, soit d'une serre, aient été facilement atteintes de la maladie, un mois après avoir été placées à l'air libre, c'est un fait qui ne doit nullement être considéré comme démontrant que de l'acide chlorhydrique existe dans l'air et occasionne la maladie des pommes de terre.

Ces plantes, en effet, soumises vers l'époque de leur maturité, absolument aux mêmes conditions météorologiques que toutes les autres, sont devenues malades comme elles, et quelle que fût la cause de la maladie des pommes de terre, il est évident qu'il devait en être ainsi.

Admettons, par exemple, pour un instant, que cette cause résidât dans un excès d'eau fourni aux racines dans un temps déterminé, on voit que les pommes de terre cultivées dans des caisses recevant cet excès d'eau, comme celles qui avaient été plantées de prime abord à l'air libre, devaient en souffrir comme elles.

Quant à cette allégation de M. Peeters, que les cryptogames observés sur les fanes de pommes de terre devenues malades, n'étaient que de petites ampoules occasionnées par la condensation du gaz acide chlorhydrique, et manifestant facilement au microscope des traces d'intoxication, on ne saurait rien avancer de plus faux.

Il est d'abord absolument impossible de constater des traces d'intoxication au microscope. Ensuite, dire que les botrytis qu'on observe sur les fanes de pommes de terre malades, ne sont que des ampoules produites par de l'acide chlorhydrique, c'est une contre-vérité absolue, car jamais dans l'étude très-attentive que nous avons faite de l'action chlorhydrique sur les fanes de pommes de terre, nous n'avons vu se produire aucune trace quelconque de petites ampoules ni de botrytis, dans les parties de feuilles ou de tiges altérées par l'acide.

D'ailleurs, comme M. Peeters prétend que ce sont des gouttes d'eau qui, après avoir condensé l'acide chlorhydrique, maculent les feuilles de la pomme de terre, il faudrait, d'après son assertion, que les petites ampoules existassent à la face supérieure des feuilles, là où l'eau chargée d'acide est censée tomber sur ces organes, puisque les feuilles de la pomme de terre sont pour la plupart plus ou moins horizontales. Or, c'est précisément à la face inférieure des feuilles que se développent les botrytis. C'est donc encore une contradiction.

Enfin, M. Peeters affirme que dans une caisse recouverte d'une cloche en verre et placée sur une éminence en briques, une plante de pomme de terre n'a pas été malade. Remarquons que comme cette plante, rarement arrosée, était soustraite aux circonstances météorologiques sous l'influence desquelles se trouvaient les autres pommes de terre, ce fait ne prouve rien, ni pour, ni contre la thèse qu'il soutient.

3° expérience. (p. 35).

Des pommes de terre ayant végété sous des cloches en verre ou dans des serres n'ont pas été malades.

Nous n'avons qu'à reproduire ici l'observation faite plus haut : l'expérience n'a pas de signification précise, parce que des pommes de terre ainsi cultivées se trouvaient dans des circonstances physiques spéciales.

D'ailleurs, ceux qui ont étudié avec attention les divers travaux qui ont été publiés sur la maladie des pommes de terre, savent que des expériences du même genre ont été faites très-souvent dans des serres, dans des bâches, sous des cloches ou dans des caves sans communication avec l'extérieur. Or, on a constaté dans beaucoup de cas que les pommes de terre devenaient malades même dans ces circonstances.

4° expérience (pp. 57 et 58).

« La chaux vive, le chlorure de chaux, le sulfate de fer furent essayés pour la conservation de la plante. Nous avons été satisfaits de la réussite de nos procédés. La chaux agit ici de deux manières différentes : elle absorbe les gaz contraires à la propre existence du végétal; elle produit de l'acide carbonique et s'oppose à la décomposition organique du tubercule, en formant avec le gaz chlorhydrique des chlorures désinfectants. »

Bornons-nous à signaler ici la double hérésie chimique qui consiste à dire que la *chaux* produit de l'*acide carbonique*, et qu'elle forme des *chlorures désinfectants* avec l'acide chlorhydrique.

Il serait difficile de concevoir des erreurs plus graves, et montrant mieux jusqu'à quel point M. Peeters est incompetent dans les questions qui exigent des connaissances chimiques.

5° expérience (p. 59).

« Voulant ne laisser aucun doute sur l'action corrodante de l'acide chlorhydrique sur la végétation, nous avons soumis à cet effet, des arbres et arbustes à sa puissance austère. Des aspersions d'acide dilué furent faites en plein air et répétées pendant

» quelques jours ; les plantes n'ont pu résister longtemps à son action corrodante, nous y
 » avons observé des symptômes d'intoxication, mais plus considérables que sur d'autres
 » végétaux.

» Il est constaté physiquement et moralement que le tubercule qui fait le sujet de notre
 » étude est attaqué d'une façon toute contraire aux autres végétaux.

» Sans vouloir prétendre ici faire un cours de *toxicologie végétale*, je vais cependant
 » essayer un résumé sur la façon d'agir de l'acide chlorhydrique sur l'économie végétale.

» J'appelle cet *agent morbifique*, un poison anti-vital et anti-organique. Il produit un
 » désordre général en attaquant la vie et la texture de cette solanée. Sa sensibilité vitale
 » est plus grande qu'un autre végétal ; le poison tue sans lésions organiques appréciables
 » en exerçant son pouvoir destructeur. »

Avant de présenter nos observations sur ces passages empruntés au compte rendu de
 la 5^e expérience de M. Peeters, citons de suite quelques phrases de l'exposé de la 6^e expé-
 rience (p. 44).

« Des essais ont été faits sur des plantes de pommes de terre et sur des feuilles de
 » séveroles des champs au moyen d'aspersion (*sic*) d'acide chlorhydrique répétées, chaque
 » matin. Huit jours après ces opérations, nous avons retrouvé ces végétaux corrodés, le
 » tissu organique était entamé et les tiges se fanaient. »

Que de contradictions entre ces diverses allégations ! En effet, M. Peeters avance
 d'abord, que la pomme de terre est attaquée d'une façon toute contraire aux autres végé-
 taux, *comme il dit*, et que ceux-ci n'ont pu résister longtemps à l'action corrodante de
 l'acide chlorhydrique. Puis plus bas, il affirme que l'acide chlorhydrique attaque la vie et
 la texture de cette solanée, et enfin, un peu plus loin, il ajoute que l'acide chlorhydrique
 tue la pomme de terre *sans lésions organiques appréciables*.

Vraiment, il est impossible de se démentir plus souvent et plus complètement que ne le
 fait ici M. Peeters, en disant successivement que l'acide chlorhydrique attaque la pomme
 de terre *autrement* qu'en la corrodant, qu'il détruit sa texture et qu'il ne produit pas de
 lésions organiques appréciables. Et, comme s'il voulait se contredire plus souvent encore, il
 ajoute que des plantes de pommes de terre *n'ont pu résister longtemps à l'action corrodante*
 de l'acide chlorhydrique dont il les a aspergées chaque matin.

Ces rapprochements doivent faire comprendre aux personnes dont le livre de M. Peeters
 a surpris la bonne foi et égaré l'opinion par un masque de fausse science, qu'il est indigne
 d'un homme intelligent et raisonnable d'ajouter foi à des assertions qui se contredisent
 continuellement entre elles de la manière la plus évidente !

A la page 46, on lit :

« Cet agent chimique (l'acide chlorhydrique) est certainement aspiré par le végétal par
 » l'absorption dans l'air de l'acide carbonique qui y est mélangé. Les quantités sont
 » *inappréciables* et sont longtemps par là à opérer des ravages, vu que ce n'est que lorsque
 » la végétation de la pomme de terre est à un degré voisin de son entier développement,
 » que l'action chimique du gaz exerce ses fonctions toxiques. »

L'auteur est encore ici en contradiction avec lui-même, car il affirme que les quantités
 d'acide chlorhydrique contenues dans l'air sont *inappréciables*, alors qu'à la page 32, il a dit
 qu'il s'est assuré « que l'atmosphère contenait ce fluide gazeux, et que les quantités de gaz
 » trouvées dans l'air au moyen de l'eudiomètre étaient chaque fois variables. »

Or, pour juger que la quantité d'un gaz varie, il est clair qu'il faut de toute nécessité
 que cette quantité soit appréciable.

Mais à quoi bon montrer une fois de plus la multiplicité des contradictions renfermées
 dans le livre de M. Peeters, quand nous avons déjà fait voir que celui-ci avançait avec une

égale assurance des allégations tout à fait contradictoires? Il est plus utile de faire comprendre combien il est illogique, après avoir proclamé que l'acide chlorhydrique est un *poison corrodant* qui attaque la pomme de terre bien plus que toute autre plante, de venir prétendre que ce poison attend bénévolement que cette solanée soit près de mûrir pour exercer ses ravages, pour révéler tout à coup son action.

Non vraiment, il ne saurait en être ainsi : nécessairement et fatalement, un poison corrodant agit dès qu'il est en contact avec les organes de l'être vivant sur lesquels il a de l'action.

La physiologie végétale nous apprend qu'il existe un nombre assez grand de substances solides, liquides et gazeuses qui constituent de véritables poisons pour les plantes, poisons qui toutefois n'agissent pas tous de la même manière. Eh bien, quel que soit l'âge d'une plante, ces poisons la tuent toujours quand ils agissent sur elle à certaine dose.

Les acides minéraux se comportent tout à fait de la même façon et nos expériences se sont trouvées d'accord en cela avec les principes de la science. Ainsi, l'acide chlorhydrique, même excessivement étendu d'eau, attaque les feuilles et les tiges de la pomme de terre à tout âge; mais, tout en produisant des taches et des perforations, il n'engendre absolument aucun des symptômes caractéristiques de la maladie des pommes de terre. Il en est de même encore, lorsque c'est sous forme gazeuse que l'acide exerce son action sur les fanes de cette plante.

Les assertions de M. Peeters sont donc tout à fait démenties par les observations que nous venons d'indiquer, mais elles le sont d'une manière bien plus frappante encore par ce fait, que jamais, avant 1843, on n'avait constaté absolument aucune trace de la maladie des pommes de terre aux environs des immenses fabriques de soude répandues en Angleterre, en France et ailleurs, même aux époques où les procédés de condensation de l'acide chlorhydrique étant beaucoup moins parfaits qu'aujourd'hui, de très-grandes quantités de cet acide étaient lancées dans l'atmosphère.

Or, avant 1843, l'acide chlorhydrique avait identiquement toutes les propriétés qu'il a maintenant, aucune de plus, aucune de moins; et de même que le feu a toujours brûlé les corps exposés à son action, ainsi cet acide aurait dû, dès l'établissement des fabriques de produits chimiques, occasionner la maladie des pommes de terre, tout au moins dans les localités où on le fabriquait en énorme quantité, s'il était vrai le moins du monde qu'il soit aujourd'hui capable de produire cet effet.

Dans le cinquième chapitre, M. Peeters prétend avoir décélé par l'analyse la présence de l'acide chlorhydrique dans de l'eau pluviale et dans de l'eau de neige, mais il n'entre dans aucun détail relativement à la marche suivie dans ces prétendues analyses, ni aux caractères auxquels il aurait reconnu la présence de l'acide.

Ces détails étaient pourtant indispensables pour qu'il fût possible de se prononcer sur la valeur des procédés suivis par M. Peeters, et d'admettre son assertion.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans le sixième chapitre, où il s'occupe des moyens à employer pour empêcher le dégagement de l'acide chlorhydrique dans l'air. Les principaux défauts des procédés de condensation usités dans certaines fabriques de sulfate de soude paraissent lui avoir échappé.

Nous nous abstenons aussi de relever toutes les erreurs de géographie physique et de météorologie qu'on rencontre dans le septième chapitre, intitulé : théorie de l'anémographie ou système des vents.

Mais nous ne saurions passer sous silence le passage dans lequel, à la page 73, le choléra est attribué à l'acide chlorhydrique, alors qu'il est avéré, d'une part, que cette terrible maladie a pris naissance aux Indes orientales, contrées dans lesquelles la fabrication de la soude est complètement inconnue, et, d'autre part, que ce n'est qu'ultérieurement que ce fléau a fait invasion en Europe.

D'ailleurs, qui ne comprend que si les émanations d'acide chlorhydrique étaient capables d'engendrer le choléra, dès l'établissement des fabriques de soude, les gens exposés à ces émanations. et en tout premier lieu les ouvriers de ces usines, eussent dû être atteints de cette maladie?

Or, on sait qu'il n'en est rien et que le choléra n'a fait dans la vallée de la Sambre, que bien moins de victimes que dans une foule d'autres localités de notre pays, quoique la fabrication de la soude soit bien plus considérable dans cette vallée que dans aucune autre partie de la Belgique. Il y a plus, c'est qu'il est sans exemple qu'aucun des ouvriers des fabriques de produits chimiques de la province de Namur ait été atteint du choléra.

A la page 74, M. Peeters se demande « si l'acide chlorhydrique n'entre pour rien dans » la maladie des vignes, puis il ajoute : n'étant pas en lieu convenable pour étudier les » caractères de cette maladie, je ne puis rien en dire. Je m'incline, mais j'ai une certaine » présomption qu'il y exerce une influence délétère. »

Si M. Peeters avait mis un peu de logique dans la rédaction de sa brochure, il n'eût pas émis cette opinion en désaccord avec ce qu'il a dit lui-même un peu auparavant, à savoir (page 72), que c'est vers 1840 et 1845 que le nombre des fabriques de soude s'est considérablement développé. En effet, ce n'est que depuis 1850 que la maladie des vignes a sévi dans les vignobles. Avant cette époque elle avait surtout été signalée dans les serres chaudes où on la considère généralement comme ayant pris naissance, en dehors des influences atmosphériques extérieures.

En tout cas, cette maladie est récente, car ce n'est qu'en 1847 que M. Berkeley le premier la fit connaître sous la nom de Blanc des raisins (*oïdium tuckeri*). Or, si l'acide chlorhydrique était capable d'occasionner la maladie des vignes, comment expliquerait-on que la cause ait existé si longtemps sans l'effet? Évidemment, c'est impossible.

A la page 74, il est parlé de « *fabuleux insectes cryptogamiques (sic)* » et une telle expression suffirait à elle seule pour montrer quelle est l'indigence de M. Peeters en fait de connaissances de botanique et de zoologie. Sous le nom de cryptogames, mot imaginé par Linné, on désigne, en effet, des plantes qui sont dépourvues de fleurs visibles et se reproduisent par d'autres procédés que les végétaux qui ont des fleurs apparentes.

On conçoit dès lors combien il est absurde de parler d'insectes cryptogamiques, car cela revient à dire *insectes-plantes privés de fleurs apparentes et se reproduisant d'une autre façon que les végétaux pourvus de fleurs visibles!!*

Il nous reste, encore, pour terminer l'examen de la brochure qui nous occupe, à passer en revue le huitième chapitre et les conclusions qui le terminent.

A la page 82, nous lisons :

1° « Transporté par la sève dans toutes les parties du végétal, à l'aide de la chaleur » solaire l'acide carbonique est décomposé par la matière verte. »

Voilà donc la chaleur solaire devenue la cause de la décomposition de l'acide carbonique par la matière verte des plantes, alors que tous les physiologistes attribuent avec vérité ce rôle à la lumière solaire!

2° « Cette plante ⁽¹⁾ étant entourée d'une atmosphère délétère et absorbant de l'acide » carbonique mélangé, atome par atome, au gaz chlorhydrique, ne peut s'exempter de » l'aspiration du fluide à son existence. Restant ainsi longtemps en souffrance, le végétal

(1) La pomme de terre.

» péricite asphyxié par de plus grandes quantités de gaz qu'il est obligé de pomper lorsqu'il
» est parvenu à son dernier degré de développement. »

Après avoir dit, à la page 46, que *les quantités* d'acide chlorhydrique qui se trouvent dans l'atmosphère sont inappréciables, M. Peeters affirme maintenant que cet acide est mélangé, atome par atome, à l'acide carbonique de l'air, ce qui, apparemment, suppose qu'il y ait autant d'atomes d'acide chlorhydrique que d'acide carbonique. Or, comme il y a dans l'atmosphère une quantité très-notable d'acide carbonique, il s'y trouve aussi beaucoup d'acide chlorhydrique d'après la nouvelle allégation de M. Peeters, qui persiste toujours dans le même système de contradictions sans cesse renaissantes.

Quant à ce qu'il dit des pommes de terre qui restent longtemps en souffrance, puis périssent asphyxiées parce qu'elles doivent pomper une plus grande quantité de gaz lorsqu'elles sont parvenues à leur dernier degré de développement, c'est une assertion qui se trouve tout à fait démentie par les faits.

Tout le monde sait, en effet, que les pommes de terre ne restent nullement longtemps en souffrance avant d'être atteintes de la maladie, et que celle-ci marche presque toujours avec rapidité. Qui n'a, cette année, entendu parler des belles espérances que faisait concevoir la végétation vigoureuse et magnifique des pommes de terre, jusqu'au jour où ont apparu les symptômes de la maladie dont le développement a été en général très-rapide.

Ensuite, que la respiration de la pomme de terre soit plus active, et, ainsi, l'absorption gazeuse plus considérable, quand cette plante est parvenue à son dernier degré de développement, c'est encore précisément l'inverse de ce qui existe.

Pour en finir avec l'appréciation de la brochure de M. Peeters, nous mettrons en regard d'un passage de ses conclusions quelques assertions choisies ailleurs dans l'ouvrage; rien n'est plus curieux que de faire la comparaison des deux citations.

Pp. 40 et 41. « Il ⁽¹⁾ produit un désordre général en attaquant la vie et la texture de cette solanée; il agit avec une force chimique et une force physique. Il a le privilège de détruire sa vie en sapant les forces de son existence et plus par absorption que par corrotion (*sic*). La sensibilité vitale est plus grande qu'un autre végétal; le poison tue sans lésions organiques appréciables en exerçant son pouvoir destructeur. »

Pp. 85 et 86. « Ce gaz ⁽¹⁾, par la condensation sur la pomme de terre, produit un désordre général, en attaquant son existence et sa texture végétale. Il agit avec force chimique et physique en produisant des lésions organiques très-appréciables. »

Il nous reste maintenant à exposer le résultat de l'examen auquel nous avons soumis l'herbier qui se trouvait annexé à la brochure dont nous venons de rendre compte.

II. Herbier.

Cet herbier comprend 85 feuilles offrant des taches et altérations diverses, que M. Peeters attribue toutes sans aucune exception à l'action de l'acide chlorhydrique.

(1) L'acide chlorhydrique.

Nous allons faire connaître ici la nature véritable de ces altérations (1).

N° 1. *Feuille de patience (Rumex patientia)*.

On y observe une multitude de taches arrondies, plus ou moins circulaires, offrant un centre d'un jaune pâle et une périphérie d'un brun violâtre foncé, sous forme d'anneau souvent circonscrit par une ligne rougeâtre. Dans quelques points la feuille est déchirée ou perforée.

Absolument toutes ces taches sont uniquement dues au *septoria rumicis*, petit végétal cryptogamique qui depuis extrêmement longtemps est parfaitement connu des botanistes, et a toujours produit sur les feuilles de la patience et d'autres espèces du genre *Rumex*, les effets et apparences que nous venons de décrire.

N° 2. *Feuille d'épinard perpétuel (rumex spinacea) (sic) (*)*, dénomination erronée.

Feuille présentant vers sa partie moyenne, des taches brunes, arrondies, engendrées par une espèce du genre *septoria*.

N° 3. *Feuille de chanvre (cannabis sativa)*.

Offrant des taches rondes, d'un brun grisâtre, dues aussi à une espèce du genre *septoria*.

N° 4. *Feuille de liseron des champs (convolvulus arvensis)*.

Taches nombreuses, presque circulaires, d'un brun noirâtre produites par le *septoria convolvuli*.

N° 5. *Feuille de jasmin (jasminum officinale)*.

Cette prétendue feuille de jasmin, est une feuille de lilas ordinaire (*syringa vulgaris*), qui présente deux taches brunâtres, dues à une espèce du genre *phyllosticta*.

N° 6. *Feuille de chèvrefeuille (lonicera periclymenum)*.

Taches d'un brun noirâtre, arrondies, constituées par une *hypoxylée*.

N° 7. *Feuille de peuplier blanc (populus alba)*.

Taches noirâtres produites par une *byssoïlée*; et, en outre, taches blanchâtres en quelques points, où un insecte a rongé la feuille.

N° 8. *Feuille de peuplier noir (populus nigra)*.

Petites taches noirâtres très-nombreuses, formées par un *leptothyrium*.

N° 9. *Feuille de haricot (phaseolus vulgaris)*.

Deux espèces d'altérations :

1° Des points brunâtres dus à l'*uredo phaseolorum* ;

2° Des taches grisâtres, formées par des *phyllostictes*.

N° 10. *Feuille de noyer (juglans regia)*.

Taches arrondies grisâtres, produites par le *leptothyrium juglandis*.

N° 11. *Feuilles de néflier (mespitis germanica)*.

Taches rondes, roussâtres et très-nombreuses, engendrées par le *septoria mespiti*.

N° 12 et 68. *Feuilles d'aubépine (crataegus oxyacantha)*.

Taches rondes, à bord d'un brun foncé violâtre, à milieu plus pâle, avec un point central très-foncé. Toutes sont dues au *septoria oxyacanthæ*.

N° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. *Feuilles de liseron des haies (convolvulus sepium)*, etc., et *feuilles de fèves (fabu minor)*.

(1) M. le professeur Kickx, membre de l'Académie des sciences et professeur à l'Université de Gand, a bien voulu se charger de la détermination des végétaux cryptogamiques et microscopiques dont il est question dans ce compte rendu.

(2) Ces dénominations sont celles qui se trouvent indiquées dans l'herbier.

Les premières présentent des taches jaunâtres ou d'un brun jaunâtre formées par des *phyllostictes* ; les secondes ont leur surface chargées de taches arrondies de couleur rougeâtre, brun rougeâtre ou noirâtre, de grandeur très-variable et toutes produites par des *septoria*, à divers degrés de développement.

N° 19, 20 et 23. *Feuille de haricot ordinaire (phaseolus vulgaris).*

Taches d'un brun grisâtre pâle, dues à des *phyllostictes* ; souvent il y a une déchirure au centre de ces taches.

N° 21, 22. *Feuille de haricot nain (phaseolus nanus).*

Taches jaunâtres, formées par l'*uredo phaseolorum*, incomplètement développé.

N° 24, 27, 28, 29. *Feuilles de pomme de terre (solanum tuberosum).*

Taches jaunâtres et perforations, évidemment produites par le *phyllosticta destruens*, et n'ayant absolument aucun rapport avec les taches qui s'observent dans la maladie proprement dite de la pomme de terre.

N° 25, 30, 33. *Feuilles de pomme de terre.*

Taches d'un brun plus ou moins foncé dues de toute évidence à une *mucédinée*.

Quant à M. Peeters, entièrement étranger à l'étude des végétaux cryptogamiques, il prend toutes ces taches pour des brûlures (*sic*) d'acide chlorhydrique. Singulières brûlures que celles qui consisteraient en plantes de l'organisation la plus tenue et la plus délicate!

N° 26, 31, 32, 34 et 35. *Feuilles de pommes de terre encore.*

Des taches brunes plus ou moins nombreuses, dues à des *septoria* et, en outre, sur les n° 34 et 35 des taches qui, semblables à celles qu'on observe dans la maladie des pommes de terre, portent à la face inférieure des traces évidentes du *botrytis infestans*.

N° 36, 37, 38 et 39. *Feuilles de fraisier (fragaria vesca).*

Taches jaunâtres, arrondies, à bord d'un brun pourpré, dues au *depazea purpurascens*.

N° 40. *Une portion de tige de pois (pisum sativum)*, portant un pédoncule chargé de fleurs.

Taches blanchâtres irrégulières, situées le long de ce pédoncule et constituées par une *mucédinée*.

N° 41, 42 et 43. *Feuilles de pois.*

Taches arrondies produites par des *septoria*.

N° 44. *Feuilles de betterave (beta vulgaris).*

Taches arrondies extrêmement nombreuses, jaunâtres ou d'un blanc jaunâtre, limitées par un bord brunâtre, ou rougeâtre et produites par des *phyllostictes*.

N° 45 et 46. *Feuilles d'iris (iris germanica).*

Taches brunâtres, circulaires ou oblongues dues à des *septoria*.

N° 47. *Feuilles de primevère (primula veris).*

Taches arrondies, brunâtres, très-nombreuses, produites par le *phyllosticta primulaecola*.

N° 48. *Feuilles de tilleul (tilia europæa).*

Taches de forme variée, de couleur roussâtre avec un bord beaucoup plus foncé. Quelques-unes offrent des déchirures ou des perforations.

Nous n'y avons reconnu aucune trace de végétation cryptogamique, et il nous a été impossible d'en assigner la cause.

N° 49. *Feuilles de cerisier (cerasus vulgaris).*

Taches circulaires roussâtres, à bord d'un pourpré très-foncé, de nature douteuse. Peut-être ont-elles été produites par quelque cryptogame trop peu avancé encore dans son développement pour qu'il soit possible d'en reconnaître les caractères, et même d'en affirmer l'existence.

N° 50. *Feuille de rosier (rosa gallica).*

Taches arrondies ou irrégulières, très-nombreuses, d'un violet foncé, dues à l'*ascochyta rosæ*.

N° 51. *Feuille de ronce (rubus fruticosus).*

Taches rondes, à centre blanchâtre, à périphérie d'un violet pourpré, formées par *Pascochyta rubi*.

N° 52. *Feuille d'églantier (rosa canina).*

Taches blanchâtres, très-irrégulières, résultant de ce qu'un insecte a rongé une partie de l'épiderme supérieur et du mésophylle de la feuille, ne laissant d'intact en ces points que l'épiderme inférieur.

N° 53, 54, 55, 56, 57 et 58. *Diverses feuilles de trèfle.*

De nombreuses taches brunâtres ou d'un brun noirâtre, et parfois des perforations dues comme les premières à des *phyllostictes* ou à des *septoria*.

N° 59. *Feuilles de poirier (Pyrus communis).*

Taches noirâtres, arrondies, produites chacune par une petite chenille mineuse de la tribu des *Tinéites*. Ces larves, après s'être insinuées et logées au milieu du mésophylle de la feuille, s'y sont nourries et développées aux dépens du parenchyme de celle-ci, en agrandissant graduellement les taches auxquelles elles avaient donné lieu en se creusant des galeries.

N° 60. *Feuille de pommier (malus communis).*

Taches brunâtres arrondies, produites par une *byssoidée*.

N° 61. *Feuilles de pommier.*

Taches circulaires, brunâtres ou d'un brun noirâtre, de même nature que celles dont nous avons parlé au n° 59.

N° 62. *Feuilles de cornouiller (cornus mas).*

Taches d'un noir brunâtre ou rougeâtre, irrégulières et comme saillantes au-dessus de la face supérieure des feuilles.

La nature n'a pu en être déterminée.

N° 63. *Feuille de chardon aux ânes (cnicus eriophorus).*

Taches arrondies brunâtres, dont il a été impossible de déterminer la nature.

N° 64. *Feuilles de benoîte (geum urbanum).*

Petites taches circulaires, d'un brun foncé violâtre, à centre blanchâtre, dues à des *septoria*.

N° 65. *Feuilles de plantain (plantago media).*

Taches rondes d'un brun grisâtre, dues au *depazeu plantaginis*.

N° 66. *Feuille de scrophulaire (scrophularia nodosa).*

Taches circulaires, d'un brun violâtre foncé, dues à des *phyllostictes*.

N° 67 et 69. *Feuilles d'épinard (spinacea oleracea).*

Taches irrégulières, jaunâtres ou d'un gris jaunâtre, engendrées par des *phyllostictes*.

N° 70. *Feuilles d'orge (hordeum sativum).*

Taches allongées, jaunâtres ou brunâtres, paraissant produites par des *septoria* incomplètement développés.

N° 71. *Feuille de pas-d'âne (tussilago farfara).*

Taches rondes, d'un brun violet foncé, dues au *septoria tussilaginis*.

N° 72. *Feuille de noisetier (corylus avellana).*

Petites taches irrégulières d'un brun foncé et de nature inconnue.

N° 73. *Feuille de blé (triticum sativum),* et n° 74. *Feuilles d'avoine (avena sativa).*

Petites taches brunes, linéaires, dues à un *wredo*.

N° 75. *Feuille de groseillier noir (ribes nigrum).*

Taches brunâtres, produites par le *septoria ribis*.

N° 76. *Feuille de vigne (vitis vinifera).*

Taches rousses, irrégulières, centrales et marginales, dépourvues de toute trace de végétation cryptogamique, et d'une origine inconnue.

N° 77. *Feuille de podagre (ægopodium podagraria).*

Taches marginales et centrales d'un brun violâtre foncé, de nature inconnue.

N° 78. *Feuille de scorsonère (scorzonera hispanica).*

Taches arrondies, d'un brun grisâtre, souvent avec déchirure ou perforation de la feuille. Elles sont dues à des *phyllostictes*.

N° 79. *Feuilles de saule blanc (salix alba).*

Petites taches irrégulières, brunâtres, excessivement nombreuses, produites par des *xyloma*.

N° 80. *Feuilles de charmillle (carpinus betulus).*

Taches brunes, arrondies, dues à une altération de la chlorophylle sans aucune désorganisation de l'épiderme.

N° 81. *Feuilles de bouquet tout fait.*

Taches jaunâtres, à périphérie d'un brun violâtre très-foncé, formées par des *septoria*.

N° 82. *Feuilles de renoncule âcre (ranunculus acris).*

Petites taches arrondies, d'un brun foncé, produites par le *dothidea ranunculi*.

N° 83. *Feuille de chicorée des prés (leontodon hispidum) (sic!), dénomination erronée.*

Taches circulaires, brunâtres, dues à des *phyllostictes*. On remarque aussi une perforation au centre de quelques-unes de ces taches.

N° 84. *Feuille de chicorée cultivée (leontodon taraxacon) (sic!), dénomination erronée.*

Petites taches rondes d'un brun violâtre, à centre d'un brun pâle, dues à des *phyllostictes*.

N° 85. *Feuille de fève de marais (faba vulgaris).*

Taches circulaires d'un brun rougeâtre, formées par des *septoria*.

Au résumé, sur quatre-vingt-cinq feuilles que M. Peeters a rassemblées dans le petit herbier dont nous venons de rendre compte, six seulement ont présenté des taches dont il nous a été impossible de déterminer la nature. Il ne faut aucunement en conclure qu'elles ont été produites par l'acide chlorhydrique, mais seulement qu'elles ne résultent pas du parasitisme animal ou végétal. La question de savoir quelle cause les a engendrées, reste ainsi environnée de doute.

Quant aux soixante et dix-neuf autres feuilles, elles ne nous ont offert absolument que des altérations occasionnées, soit par des végétaux cryptogamiques et microscopiques, soit par des insectes à l'état de larve ou à l'état parfait. Nous pouvons donc, en ce qui les concerne, affirmer de la manière la plus catégorique, que ni l'acide chlorhydrique, ni aucun autre acide minéral n'a contribué, en quoi que ce soit, à la production des taches ou perforations qu'elles présentaient.

On voit, par conséquent, combien M. Peeters est loin de la vérité en attribuant toutes ces altérations à l'acide chlorhydrique.

Nous en concluons, pour notre part, qu'il n'a aucunement étudié, d'une manière sérieuse, les questions qu'il a la prétention de résoudre; car, chose singulière, il n'a compris dans son herbier, aucune feuille offrant les altérations habituellement produites par les gaz acides et que nous avons décrites d'une manière détaillée dans le rapport général de la commission.

Au contraire, il a composé cet herbier de feuilles affectées d'altérations manifestement engendrées par de petits végétaux cryptogamiques, de petites larves ou des insectes parfaits. Or, cela montre qu'il ignore quelle est la nature des altérations que produisent sur les feuilles les émanations acides qui s'échappent des fabriques de produits chimiques. Sans cela, en effet, il nous aurait fait parvenir des feuilles réellement endommagées par ces

émanations, et non pas des feuilles sur lesquelles celles-ci n'ont excréé *absolument aucune action*.

D'autre part, M. Peeters ne sait pas même clairement en quoi consistent les symptômes d'altération qui se manifestent sur les feuilles de la pomme de terre, dans la maladie proprement dite de cette solanée. En effet, des nombreuses feuilles de pommes de terre contenues dans son herbier, et désignées comme atteintes de la maladie, quelques-unes seulement, en très-petite minorité, en offraient réellement les taches caractéristiques.

Toutes les autres, au contraire, ne présentaient que des taches qui, sans aucune analogie avec les précédentes, sont connues depuis un grand nombre d'années, et dès longtemps avant 1845. Ces dernières en différaient complètement, non-seulement par leur forme, leur couleur et leur consistance, mais encore par la nature des productions cryptogamiques auxquelles elles servaient de support.

Eh bien, le plus simple bon sens indique, qu'avant de chercher à déterminer la cause de la maladie des pommes de terre, M. Peeters eût dû préalablement faire les études nécessaires pour savoir avec précision en quoi consiste cette maladie. Alors, au moins, il n'eût pas envoyé à la commission d'enquête, *en les désignant comme atteintes de la maladie, des feuilles qui ne présentaient absolument aucun des symptômes caractéristiques de celle-ci*.

Nous répéterons donc, en terminant l'examen de la brochure et de l'herbier de M. Peeters, que celui-ci a prouvé surabondamment qu'il ne possède aucun des éléments ni des connaissances théoriques ou pratiques, indispensables aux personnes qui veulent traiter des questions semblables à celles qu'il a voulu résoudre.

De plus, nous devons dire qu'il ne sait pas *observer* convenablement ni avec sagacité les phénomènes de la nature. S'il en était autrement, il n'eût pas confondu avec la maladie des pommes de terre des altérations complètement étrangères aux symptômes de cette maladie, et il ne nous eût pas fait parvenir comme corrodées par des gouttes d'acide chlorhydrique des feuilles d'églantier qui, en réalité, avaient été rongées par un insecte.

En effet, ces feuilles d'églantier portaient des traces tellement évidentes de l'origine véritable des altérations qui les affectaient, qu'on peut dire que la première personne venue, fût-elle même étrangère aux connaissances scientifiques, eût immédiatement reconnu la nature réelle des altérations en question, pourvu qu'elle fût naturellement quelque peu douée du don de bien observer.



(LXVI)

TABLE DES MATIÈRES

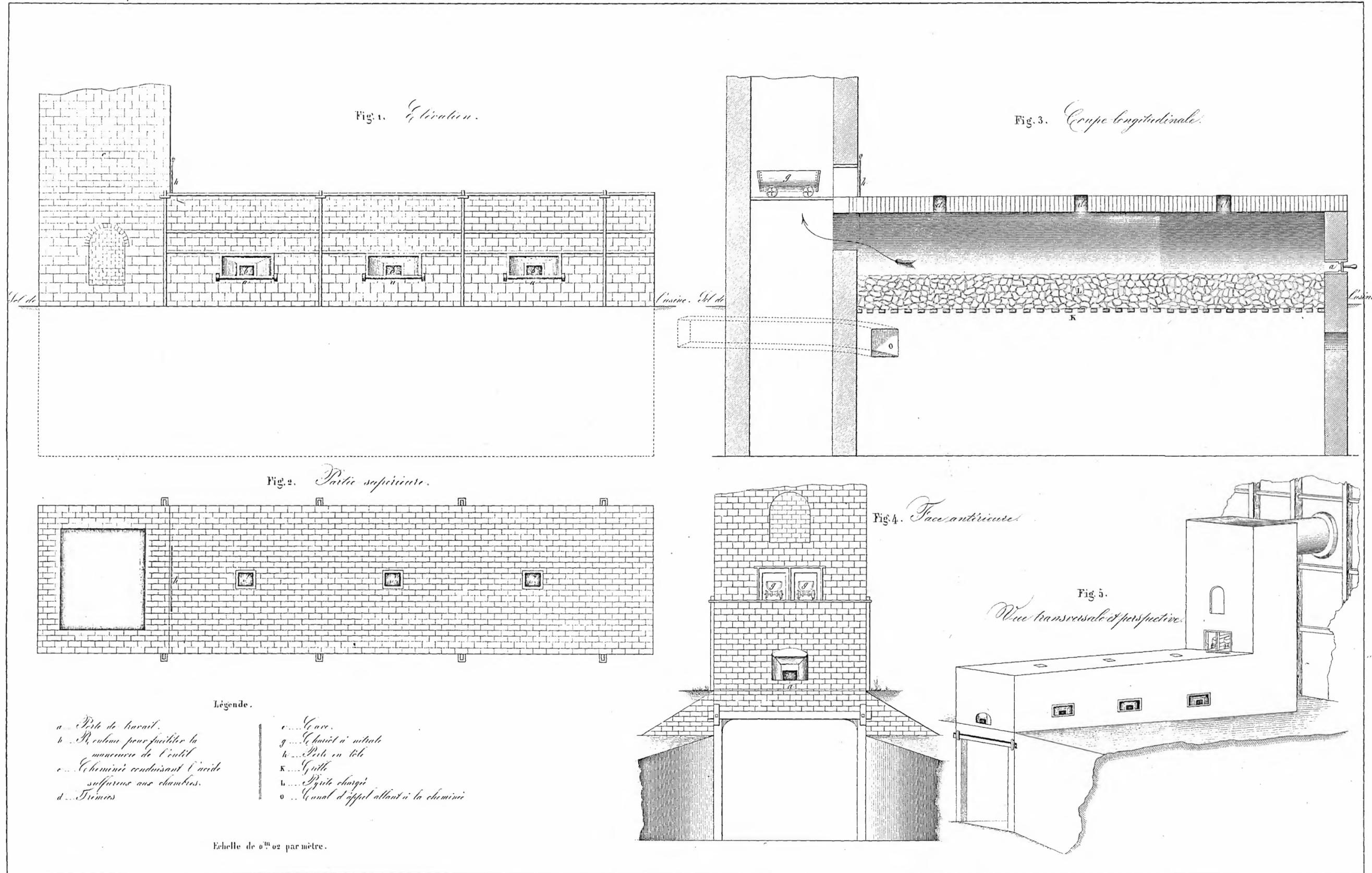
DE LA DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE PREMIER. — ANALYSE DES PÉTITIONS, RÉCLAMATIONS ET PIÈCES DIVERSES QUI ONT ÉTÉ SOUMISES A L'APPRÉCIATION DE LA COMMISSION POUR ÉCLAIRER SES RECHERCHES.	5
CHAPITRE DEUXIÈME. — EXPOSÉ SYNTHÉTIQUE DE LA MARCHÉ SUIVIE DANS LES INVESTIGATIONS ET APERÇU GÉNÉRAL D'UNE PARTIE DES FAITS OBSERVÉS	9
CONCLUSIONS générales, déduites de l'ensemble des faits constatés aux environs des quatre fabriques de produits chimiques de la province de Namur.	60

ANNEXES.

ANNEXE I. — Rapport fait à M. le Ministre de l'Intérieur sur les fabriques de M. Kuhlmann, en France, par M. Stas, professeur de chimie à l'école militaire, etc.	I
Système de la Madeleine	II
Usine de Saint-André	XI
Usine de Loos	XII
Usine de Saint-Roch, lez-Amiens.	XV
ANNEXE II. — Procès-verbal de l'enquête faite dans les fabriques de la province de Namur	XXIX
Fabrique de Risle	<i>ib.</i>
— de Floreffe	XXXII
— de Moustier	XXXIV
— d'Auvélais.	XXXVII
ANNEXE III. — Renseignements fournis par l'administration, au sujet de l'influence des émanations acides sur la santé publique.	XLI
TABLEAU I. Rapport des décès à la population dans les communes les plus voisines des fabriques de produits chimiques de Risle, de Floreffe, de Moustier et d'Auvélais.	XLIII
TABLEAU II. Rapport des décès aux naissances dans les mêmes communes	LXVII
ANNEXE IV. — Rapport fait par M. Dugniolle sur la brochure et l'herbier envoyés par M. Léon Peeters.	L
I. Brochure	<i>ib.</i>
II. Herbier	LX

(LXVIII)



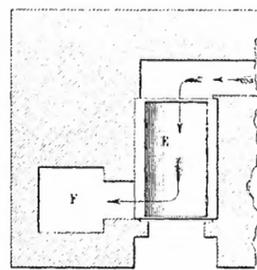
FOUR A GRILLE.

Fabrication de l'acide sulfurique.

Pl. 2.

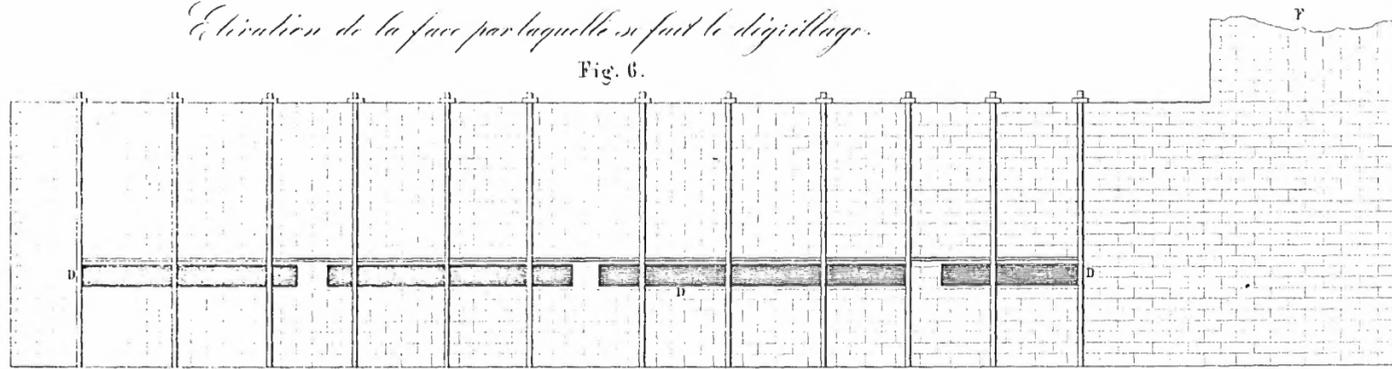
Disposition en plan
du Cylindre

Fig. 10.



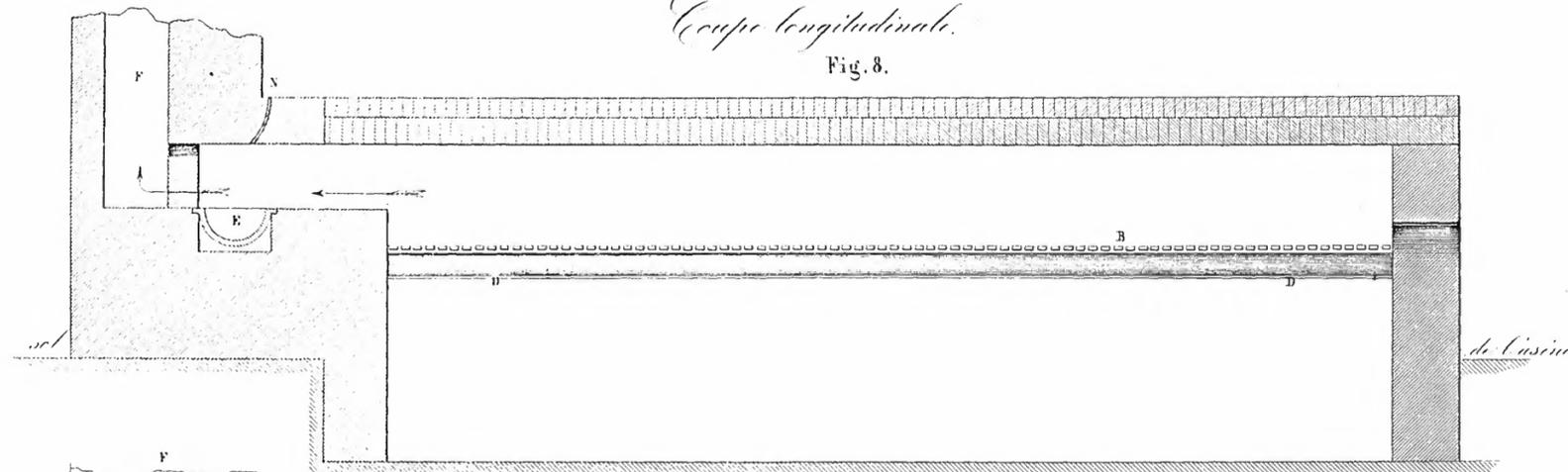
Elevation de la face par laquelle se fait le défilage.

Fig. 6.



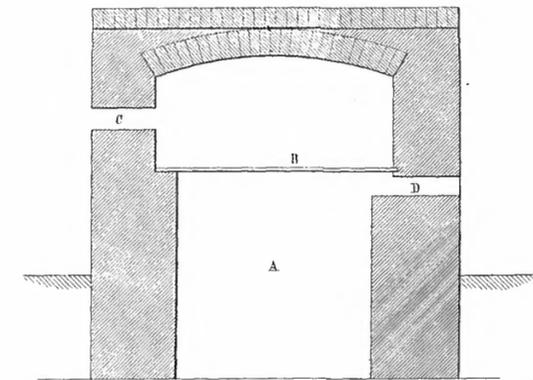
Coupe longitudinale.

Fig. 8.



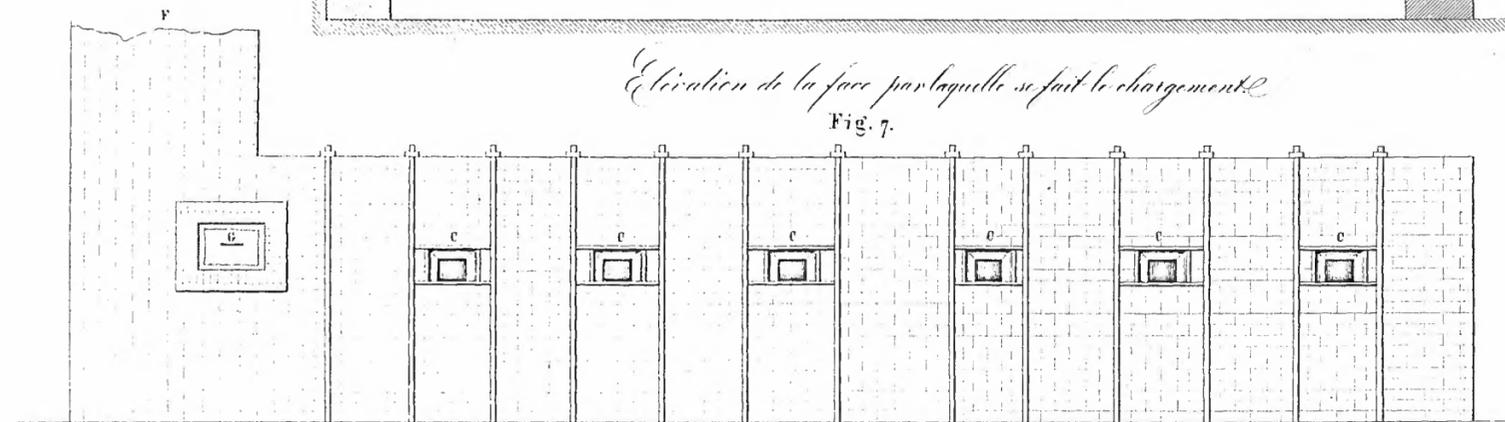
Coupe transversale du four.

Fig. 9.



Elevation de la face par laquelle se fait le chargement.

Fig. 7.

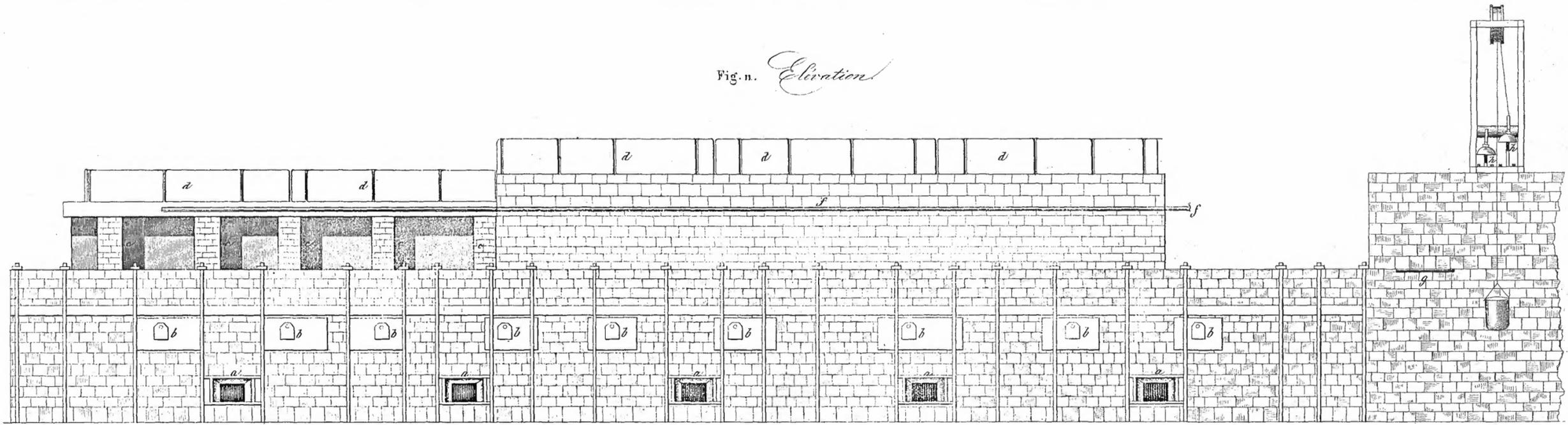


Légende.

- A.....Cave.
- B.....Grille.
- C.....Porte de chargement et de travail.
- D.....Ouverture servant à défilier la pyrite.
- E.....Cylindre en fonte où s'opère la décomposition du nitrate.
- F.....Canal conduisant les vapeurs aux chambres.
- G.....Porte de chargement du cylindre.

Echelle de 0^m 02 par Mètre.

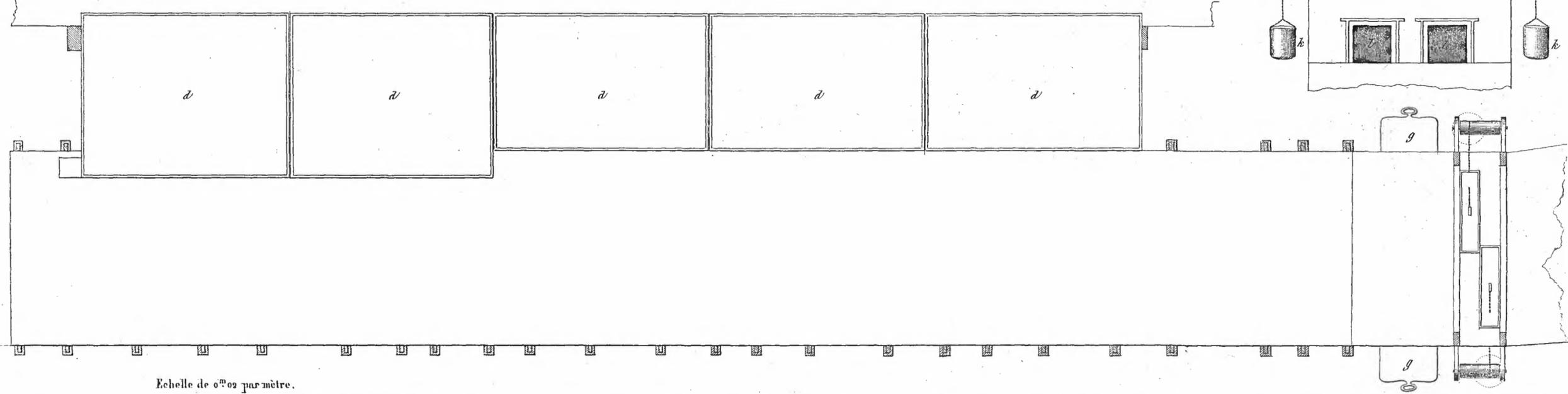
Fig. 11. *Elevation*



Légende.

- a... Foyer.
- b... Plats de travail.
- c... Pêlens en magnésie.
- d... Chaudières de concentration à br.
- f... Tuyau récepteur d'acide.
- g... Régistres placés sous les chariots.
- h... Régistres placés au delà des chariots.
- k... Contrepoids mobiles.
- l... Cage des chariots.
- m... Poulies.

Fig. 12. *Plan*



Echelle de 0.02 par mètre.

Fig. 14.

Elevation.

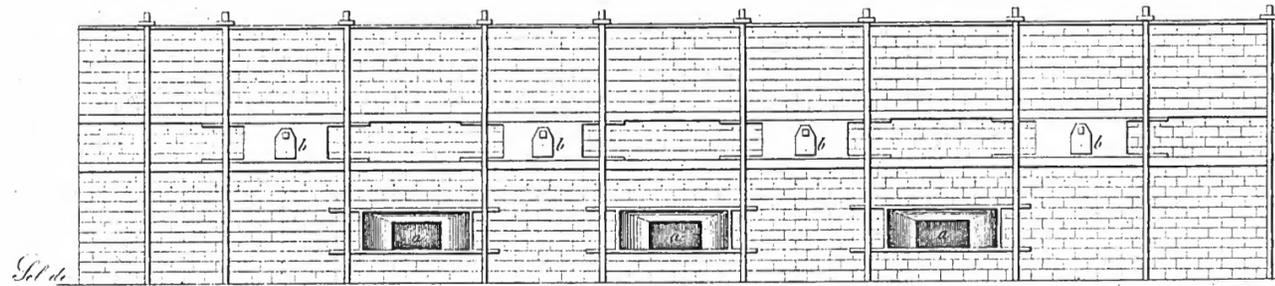


Fig. 16.

Coupe suivant la ligne v z.

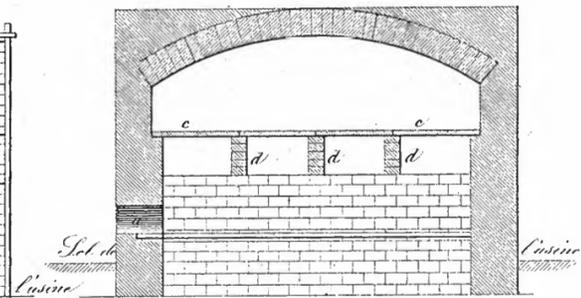


Fig. 18.

Condenseur et régulateur.

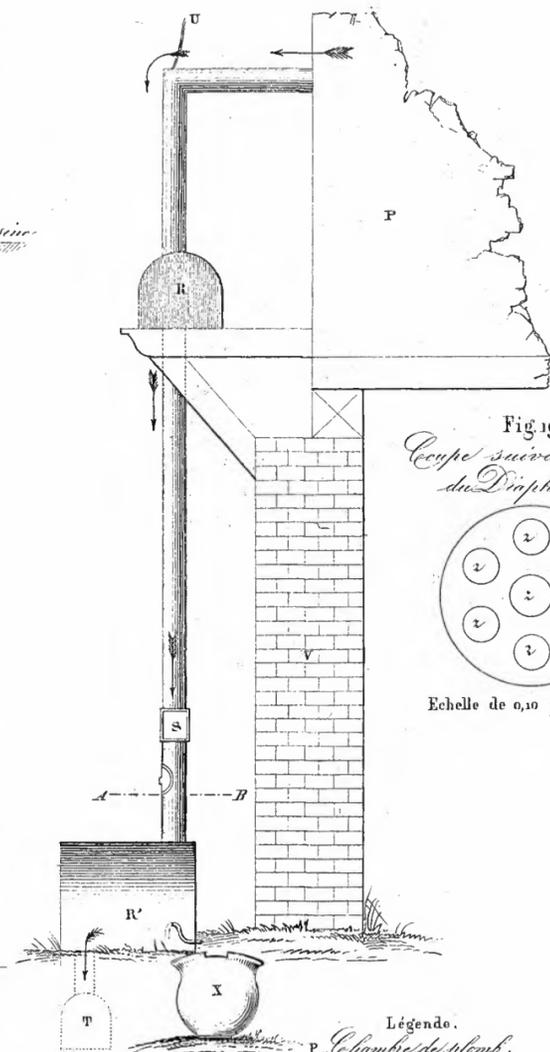
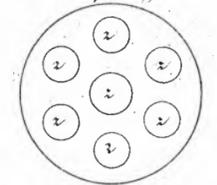


Fig. 19.
Coupe suivant A B
du Diaphragme.



Echelle de 0,10 par mètre.

Fig. 15.

Coupe longitudinale.

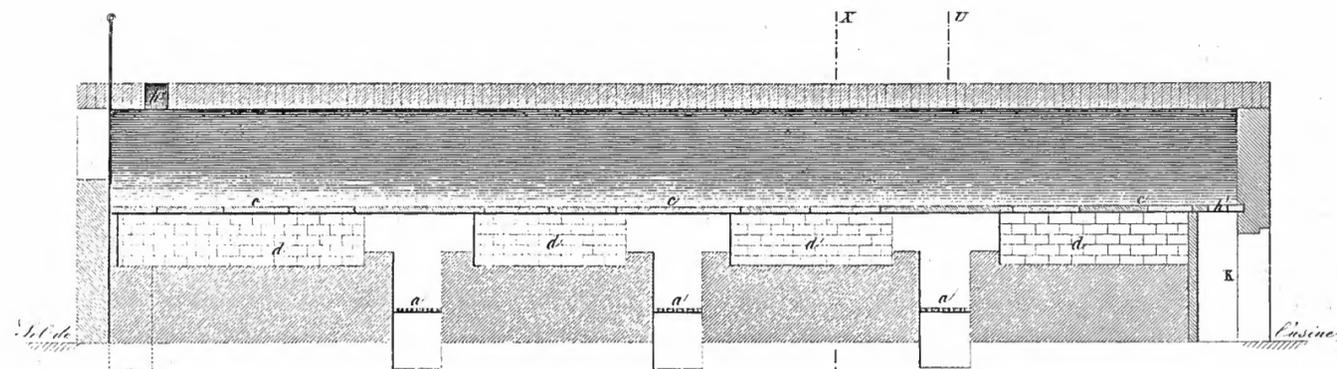
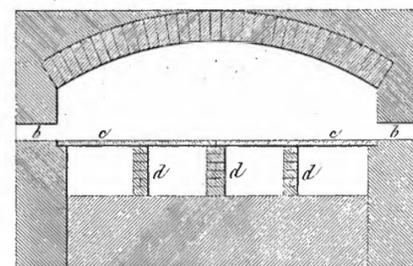


Fig. 17.

Coupe suivant la ligne x y.



Légende.

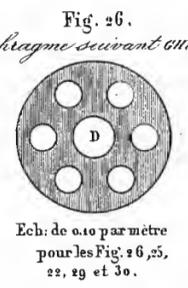
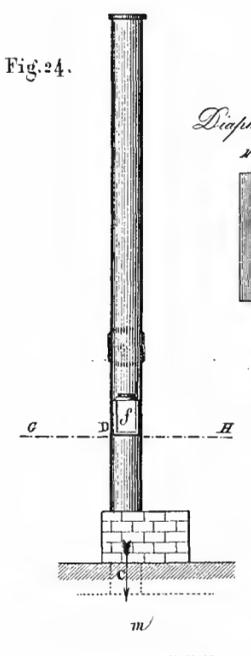
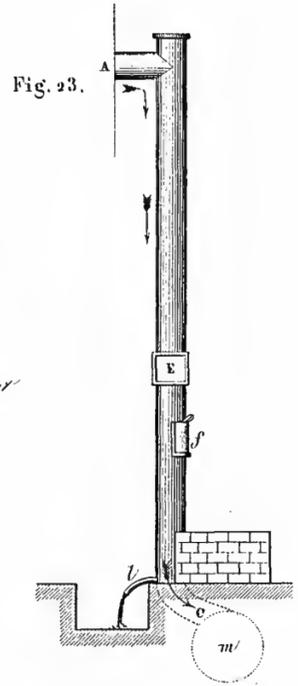
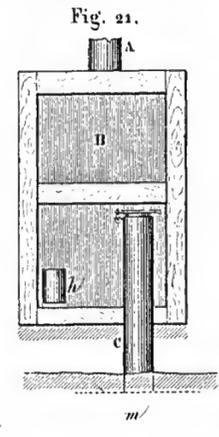
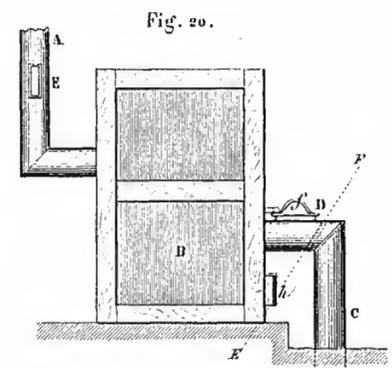
- a... Foyer.
- b... Porte de travail.
- c... Dalles sur lesquelles on étend la pyrite.
- d... Murs soutenant les dalles.
- f... Canal conduisant la fumée à la cheminée de l'usine.
- k... Couverture pour le chargement de la pyrite.
- l... Couverture pour le déchargement de la pyrite grillée.
- k... Etouffoir.

Echelle de 0,02 par mètre.

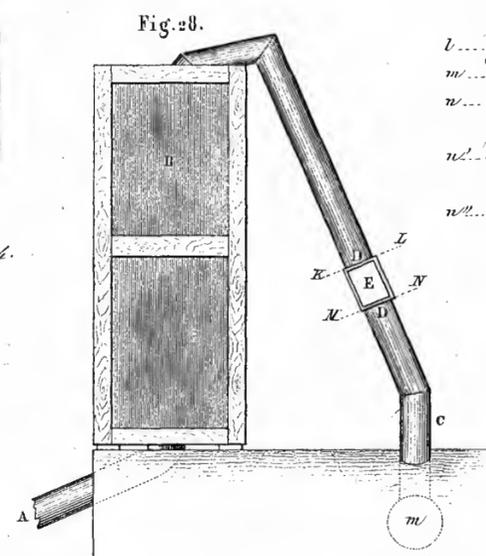
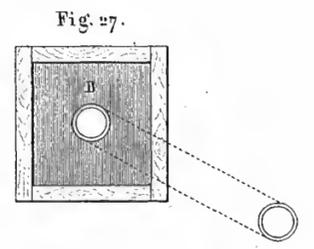
Légende.

- P... Chambre de plomb.
- R... Caisse en plomb.
- R'... Caisse en plomb.
- S... Lanternes.
- T... Canal souterrain communiquant avec la grande cheminée.
- V... Tuyau amenant un jet de vapeur.
- V... Plier en maçonnerie.
- z... Diaphragmes.
- X... Bombonne.

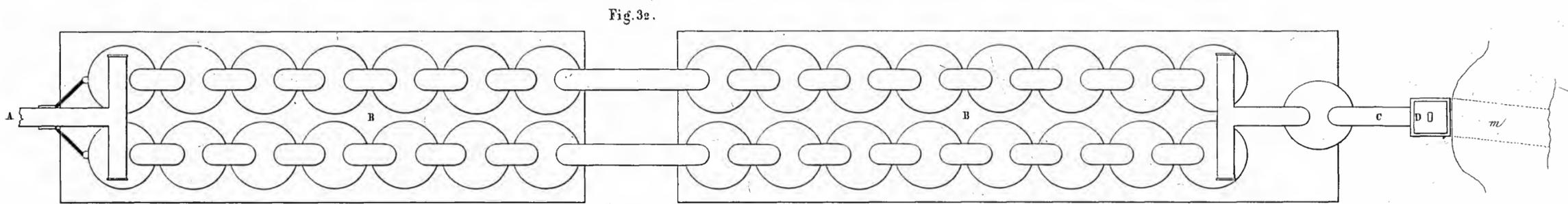
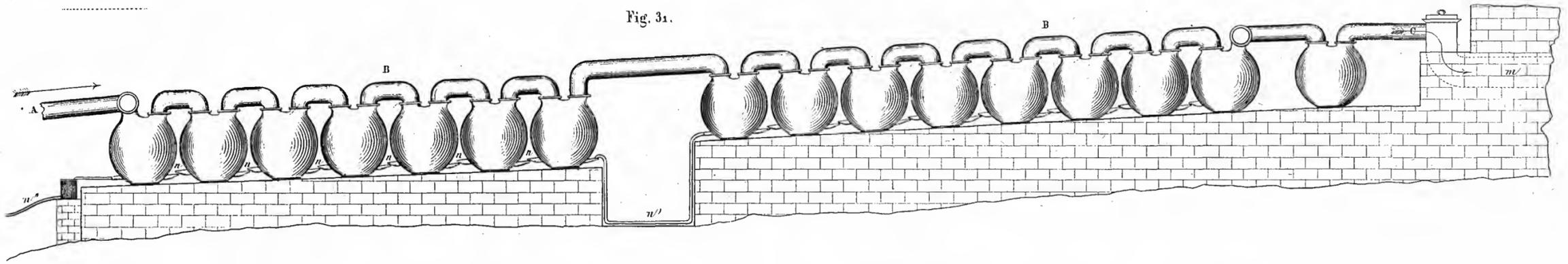
Fabrication de l'acide sulfurique.



Ech. de 0.10 par mètre
pour les Fig. 26, 25,
22, 29 et 30.



- Légende.
- A... Tuyau amenant les vapeurs de la chambre.
 - B... Condenseur.
 - C... Tuyau entrant dans le canal d'appel.
 - D... Diaphragme régulateur.
 - E... Lanterne.
 - F... Régistre du régulateur.
 - G... Ouverture pour recueillir l'acide condensé.
 - H... Tuyau de sortie des vapeurs condensés.
 - I... Canal allant à la grande cheminée.
 - J... Becs de communication entre les bombes.
 - K... Tuyau de communication entre les deux séries.
 - L... Tuyau conduisant l'acide condensé au tambour.



Echelle de 0^m 02 par mètre.

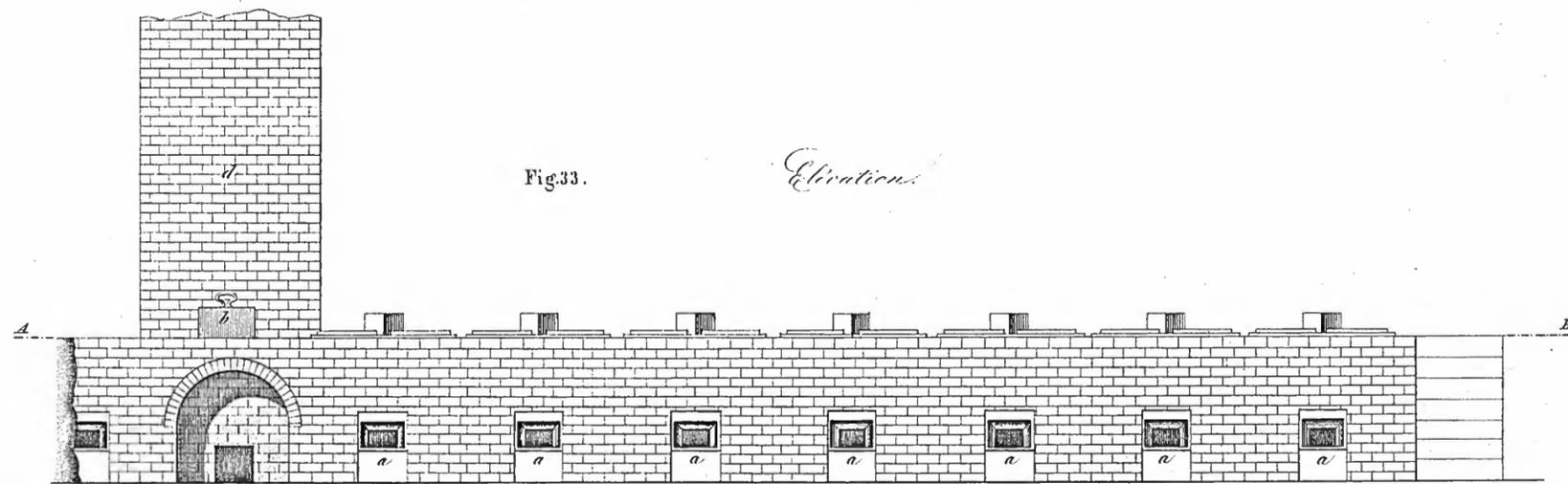


Fig. 33.

Elevation.

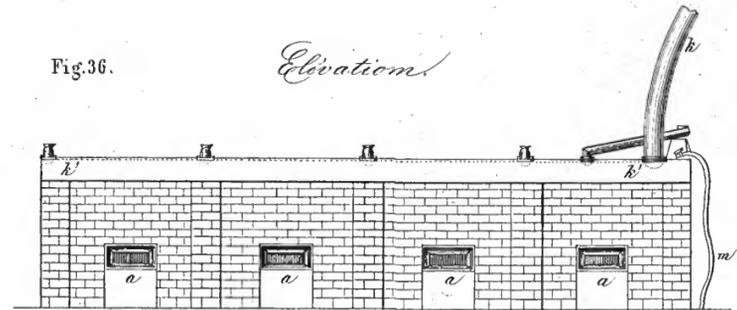


Fig. 36.

Elevation.

Fig. 37.

Plan.

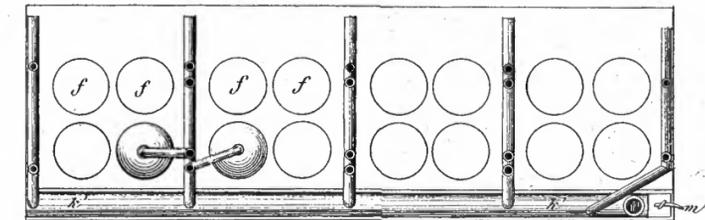


Fig. 35.

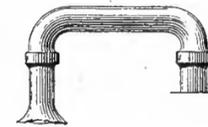


Fig. 34.

Coupe suivant AB de la fig. 33.

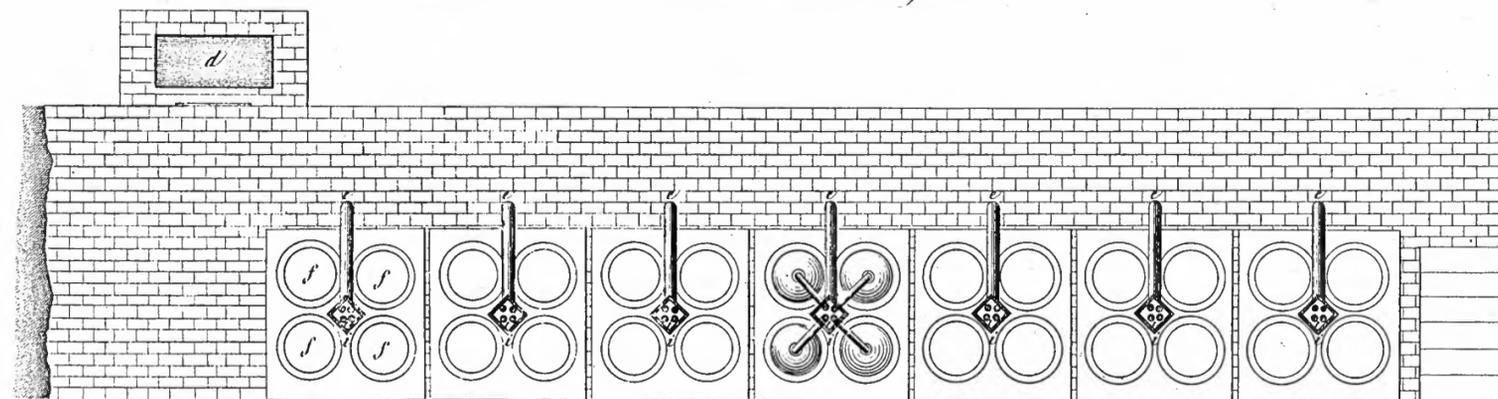


Fig. 38 bis.

Plan.

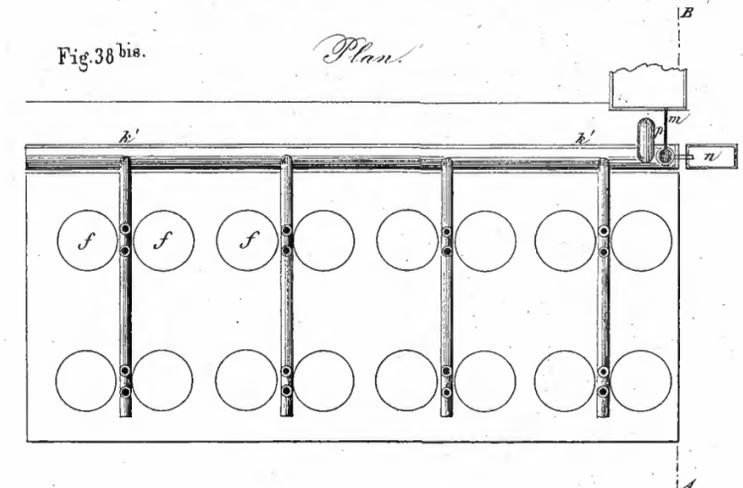
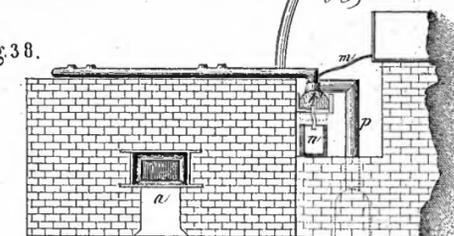


Fig. 38.

Elevation suivant AB de la fig. 38 bis.



Légende.

- | | |
|--|---|
| a Foyer. | k Tuyau en plomb conducteur des vapeurs au condenseur. |
| b Régistre réglant le tirage des foyers. | l Tuyau récepteur des vapeurs acides. |
| d Cheminée. | m Fût d'eau arrivant sur le tuyau pour refroidir les vapeurs. |
| e Tuyau amenant les vapeurs. | n Pièce de l'acide condensé. |
| f Pot en fonte destiné à recevoir le ballon. | p Tuyau qui emmène les vapeurs non condensées à la cheminée. |
| i Tubulures dans lesquelles s'adaptent les ajutages fig. 35 des ballons. | |

Echelle de 0^m02 par mètre.

Fig. 39.
Elevation.

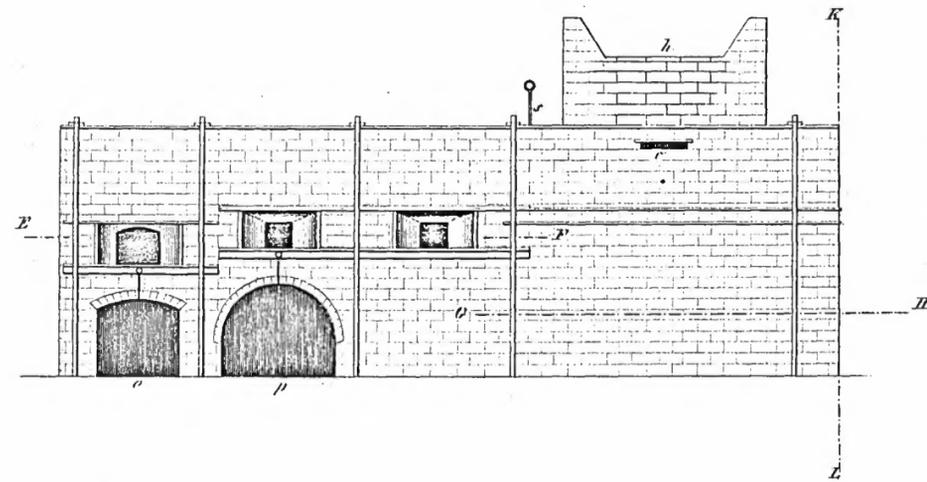


Fig. 41.
Coupe suivant la ligne MN de la fig. 42.

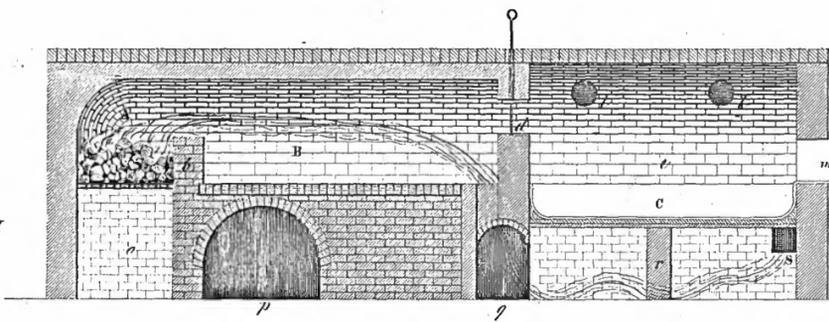


Fig. 43.
Face suivant la ligne KL.

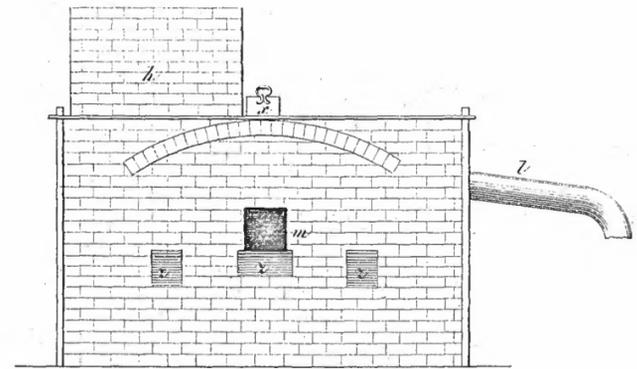


Fig. 40.
Partie supérieure.

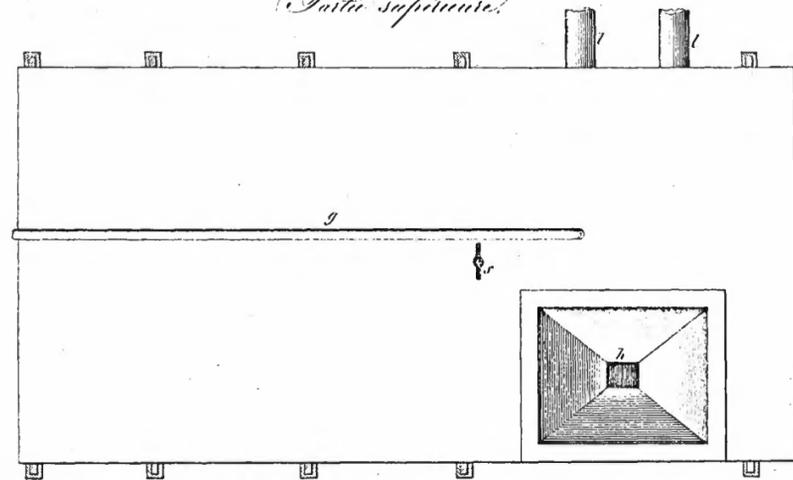
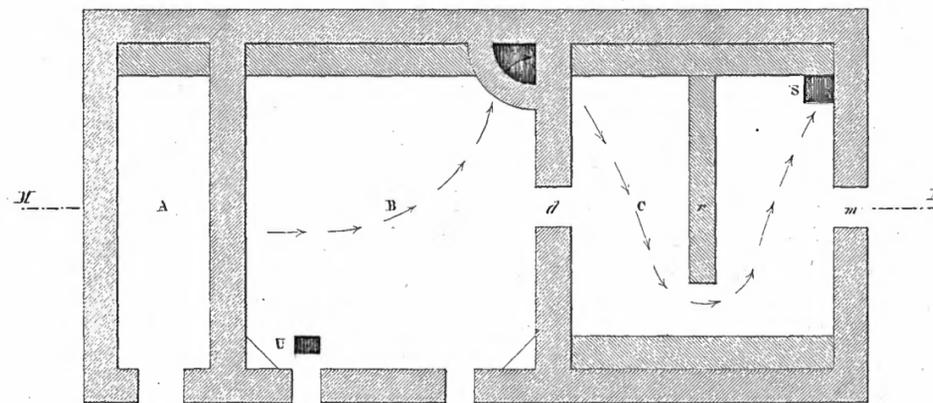


Fig. 42.
Coupe horizontale suivant les lignes EF-GH de fig. 39.



Légende.

- A.....Foyer.
- b.....Cheminée.
- B.....Soleil à calciner.
- d.....Porte de communication entre la cuvette et la sole.
- a.....Intérieur de la cuvette.
- c.....Cuvette.
- g.....Tuyau amenant l'acide sulfurique.
- w.....Fumée.
- v.....Tuyau conduisant les vapeurs acides aux bennes.
- m.....Porte de travail de la cuvette.
- e.....Cendrier.
- r.....Cage de département.
- q.....Gargouille par laquelle la flamme passe sous la cuvette.
- r.....Clouon.
- s.....Canal d'appel des produits de la combustion et des vapeurs de calcinage.
- x.....Registre séparant la cuvette du four à caliner.
- y.....Feuilles de plomb fixant la cuvette.
- u.....Cuvette pour décharger le sulfate.
- e.....Registre de la trémie.

Echelle de 0^m02 par mètre.

Fig. 45.
Coupe suivant CD de la fig. 47.

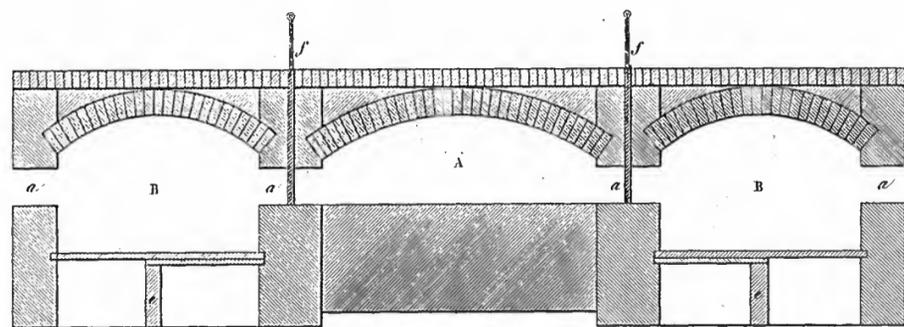
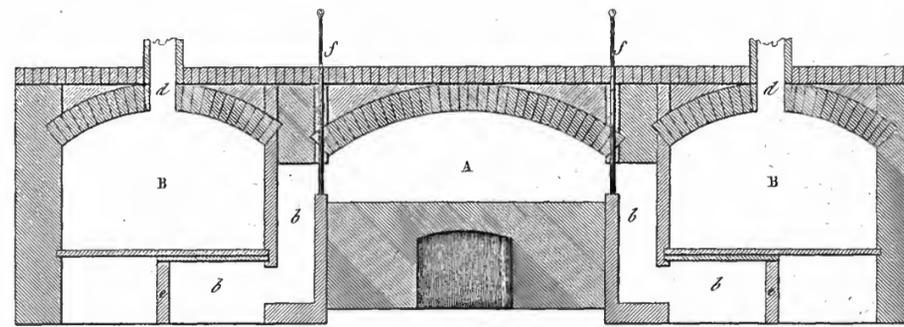


Fig. 46.
Coupe suivant EF de la fig. 47.



Plan.

Fig. 47.

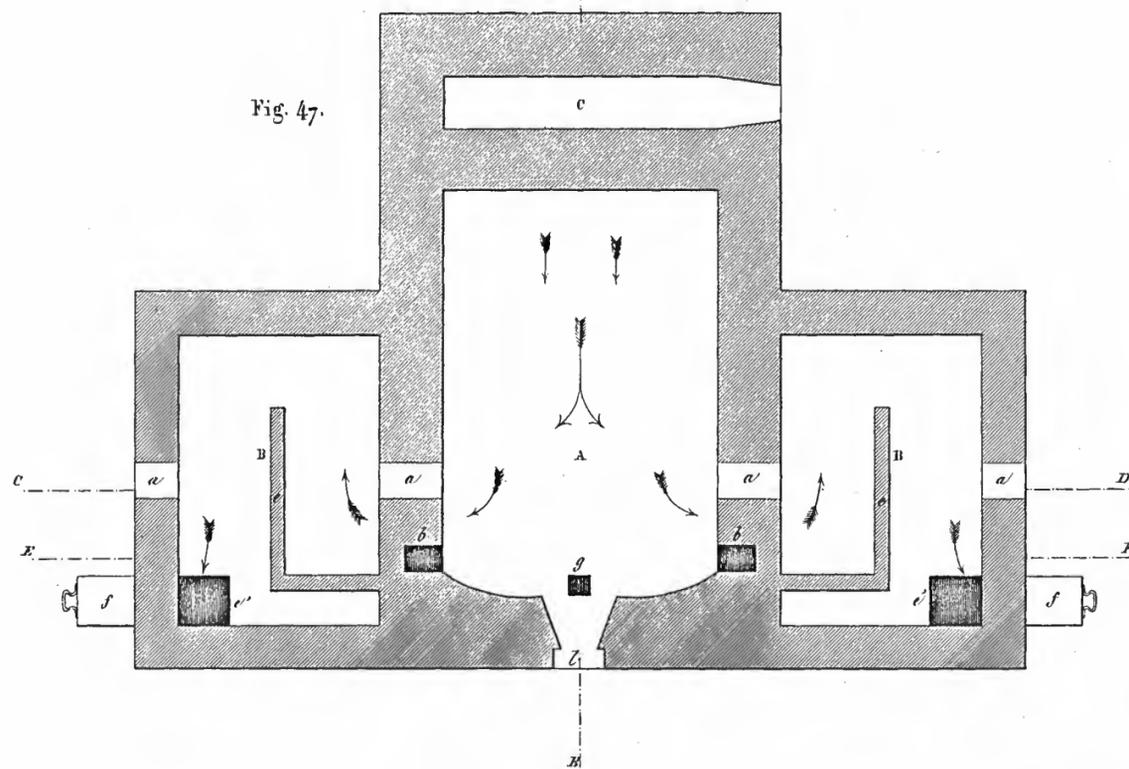


Fig. 48.
Coupe suivant AB de la fig. 47.

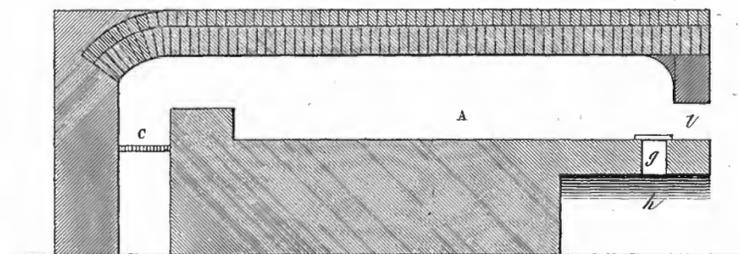
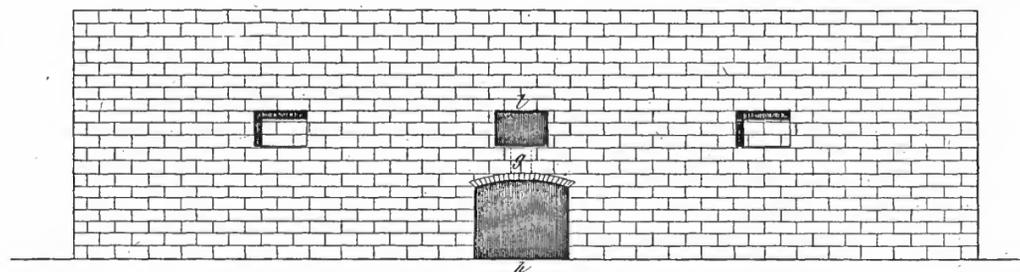


Fig. 44.

Elevation et vue de la cave!



Légende.

- A... Solé de calcinage.
- B... Cuvettes de décomposition.
- C... Foyer.
- a... Portes servant au transvasement de la matière.
- b... Gargouilles pour le passage de la flamme.
- c... Cloisons.
- d... Tuyaux pour les vapeurs acides de la cuvette.
- e... Gargouilles d'appel des produits du calcinage et du foyer.
- f... Régistres.
- g... Ouverture de déchargement.
- w... Cave.
- v... Porte de travail.

Echelle de 0^m02 par mètre.

Fig. 49.

Elevation du four à double voûte

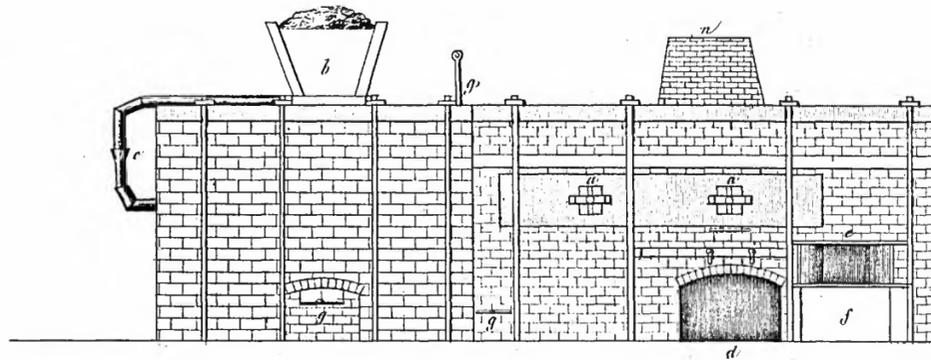


Fig 51.

Coupe suivant s.u.v.

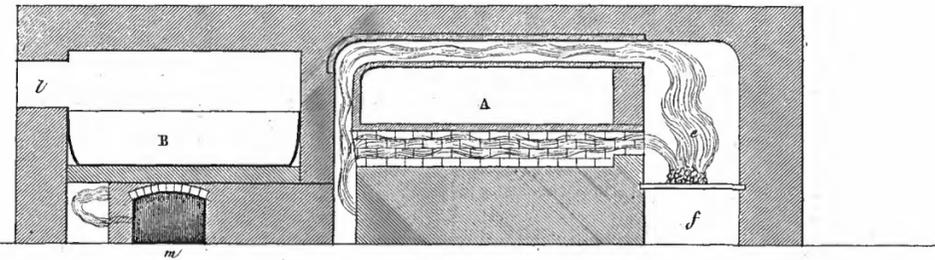


Fig. 50.

Plan

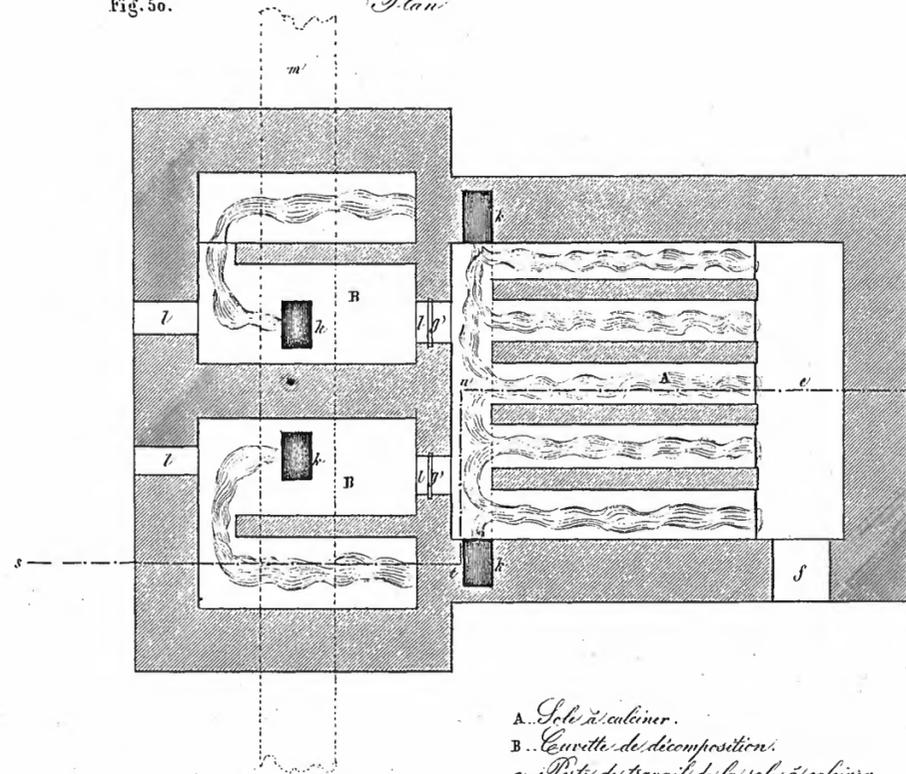
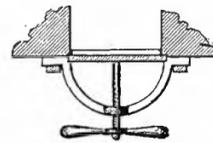
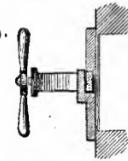


Fig. 58.



Mode de fermeture des portes.

Fig. 59.



Briques servant à la construction de la double voûte

Fig 52.



Fig. 53.

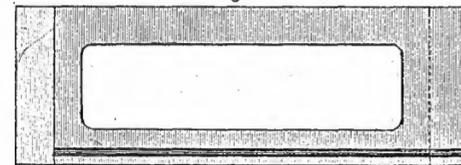
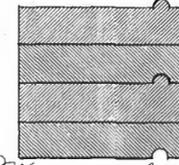


Fig. 54.

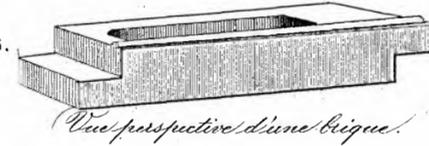


Fig. 55.



Vue de deux briques assemblées transversalement.

Fig. 56.



Vue perspective d'une brique.

Fig. 57.



Vue de deux briques assemblées longitudinalement.

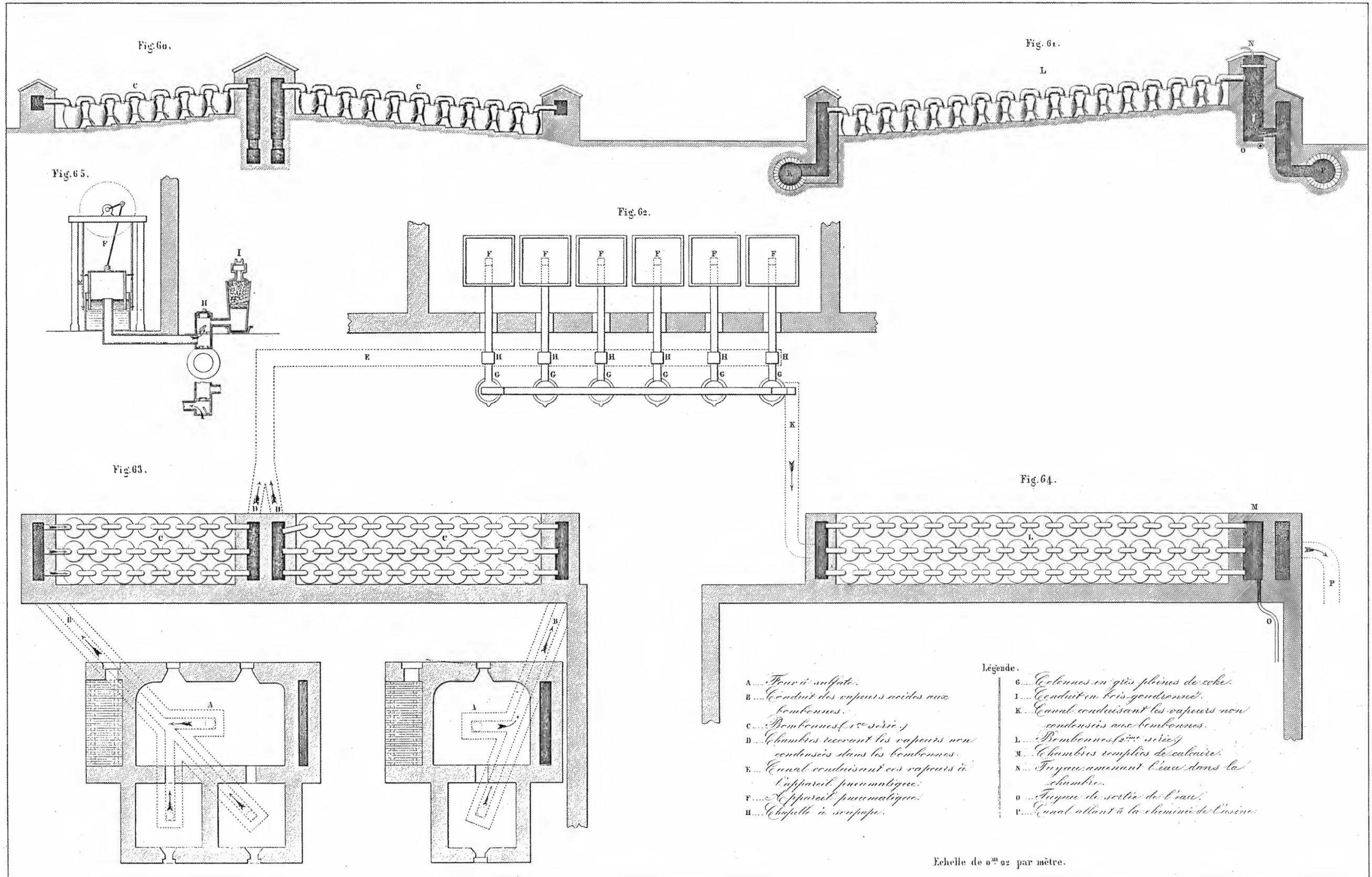
Echelle des Fig. 49, 50, 51. 0,02 par mètre.

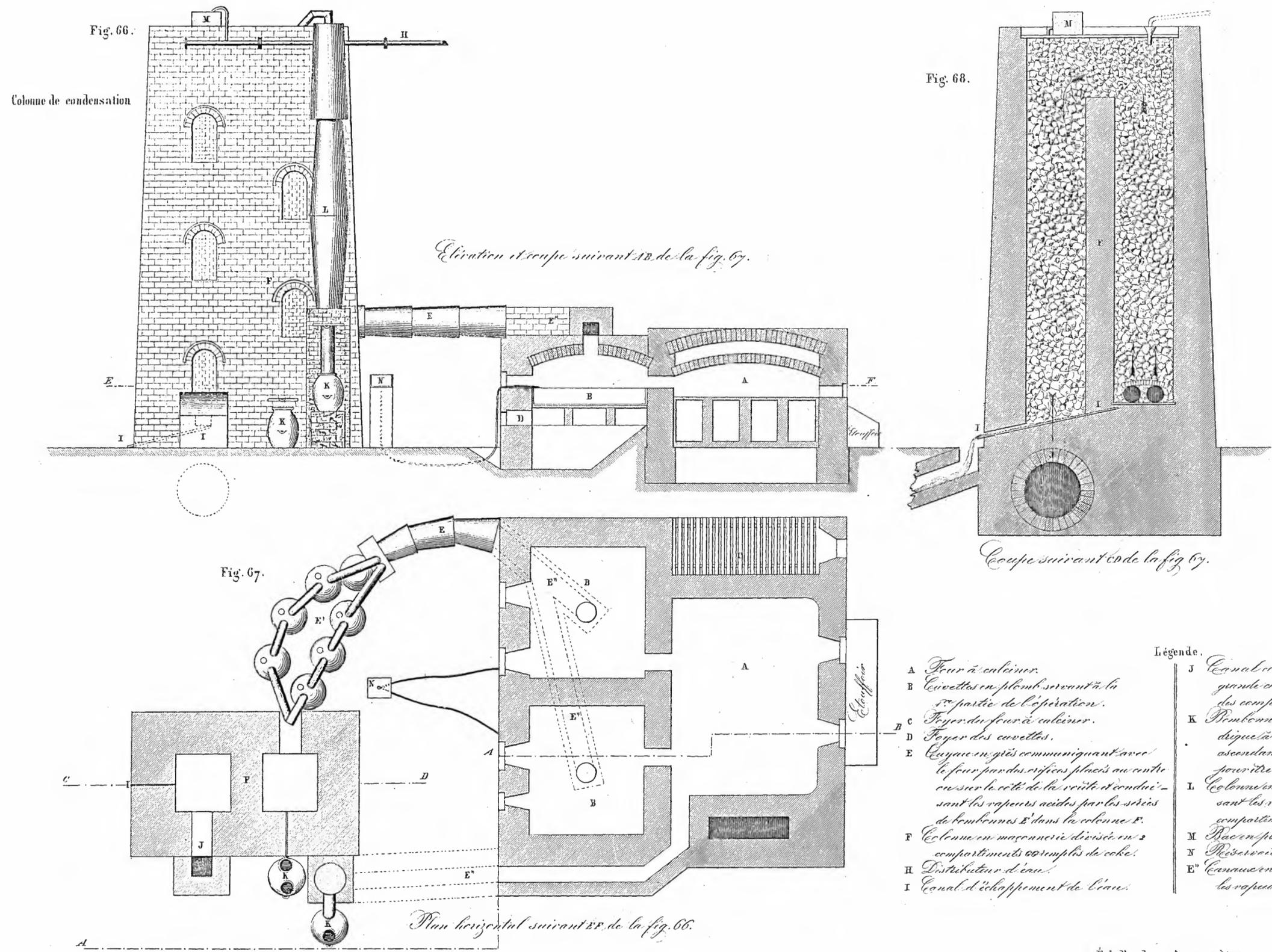
- A. Sole à calciner.
- B. Cuvette de décomposition.
- a. Porte de travail de la sole à calciner.
- c. Tuyau en plomb amenant l'acide dans la cuvette.
- d. Cave.
- e. Foyer.
- f. Conduir.
- b. Trémie

Légende.

- g. Registres servant à régler le tirage du four.
- g'. Registres formant la communication entre la cuvette et la sole à calciner.
- k. Gargouilles servant au passage de la flamme.
- l. Portes pour le transvasement de la matière.
- m. Canal amenant les vapeurs de la combustion à la cheminée.
- n. Conduit des vapeurs acides de la sole à calciner.

Echelle des Fig. 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59. 0,10 par mètre.





- Légende.**
- A Four à calciner.
 - B Cuvettes en plomb servant à la 2^e partie de l'opération.
 - C Foyer du four à calciner.
 - D Foyer des cuvettes.
 - E Tuyau en grès communiquant avec le four par des orifices placés au centre ou sur le côté de la voûte et conduisant les vapeurs acides par les séries de bombonnes E dans la colonne F.
 - F Colonne en maçonnerie divisée en 2 compartiments et remplie de coke.
 - H Distributeur d'eau.
 - I Canal d'échappement de l'eau.
 - J Canal conduisant le gaz dans la grande cheminée après l'avoir traversée des compartiments de la colonne F.
 - K Bombonnes recevant l'acide chlorhydrique à sa sortie du compartiment ascendant de la colonne et recueillies pour être livrées au commerce.
 - L Colonne en grès remplie de coke conduisant les vapeurs de calcination dans le compartiment descendant de la colonne F.
 - M Bac en plomb rempli de chaux.
 - N Réservoir d'acide alimentant le four.
 - O^e Canaux en maçonnerie amenant les vapeurs dans la tour.

Échelle de 0.015 par mètre.

APPAREIL DE CONDENSATION.

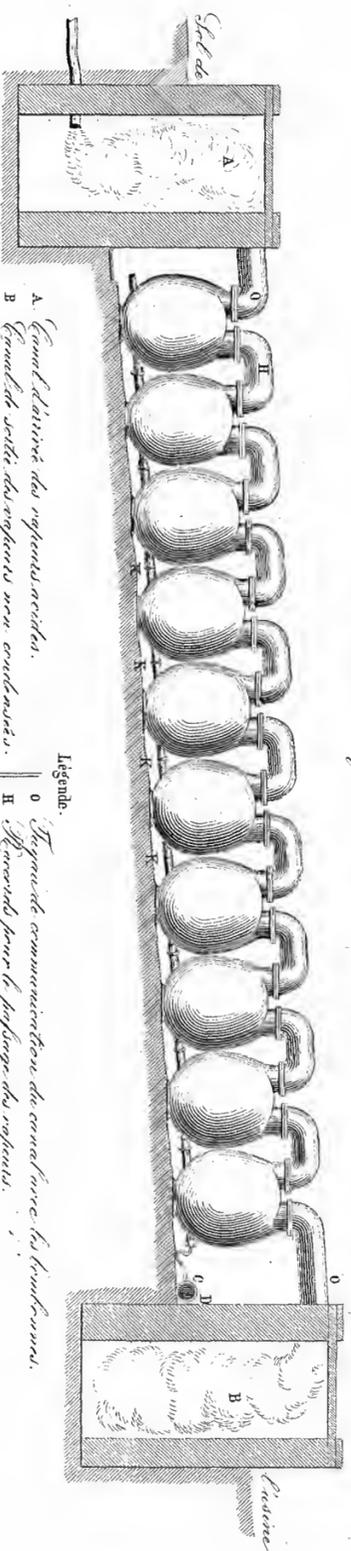


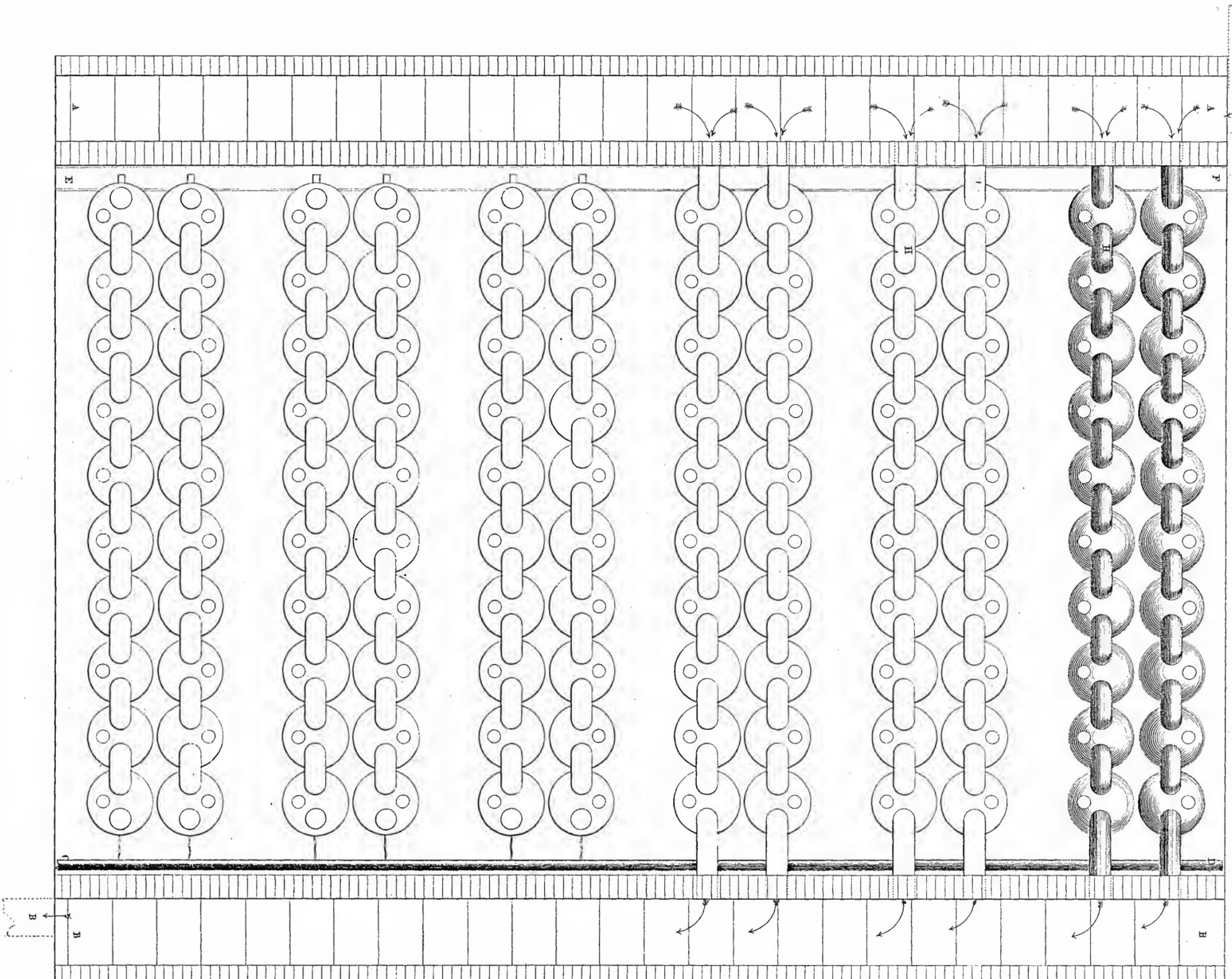
Fig. 69.

Appareil.

- Legende.
- A Grand réservoir des sulfates acides.
 - B Grand réservoir des sulfates non condensés.
 - CD Tuyaux destinés à faire passer l'eau.
 - EF Canal de débordement.
 - 0 Tuyaux de communication du condenseur au fond du réservoir.
 - H Réseaux pour le passage des vapeurs.
 - K Réseaux pour le passage de l'eau.

Fig. 70.

Plan.



Echelle de 0.02 par mètre.

Fig. 71. Coupe d'élevation suivant la ligne *xx' ou* de la fig. 73.

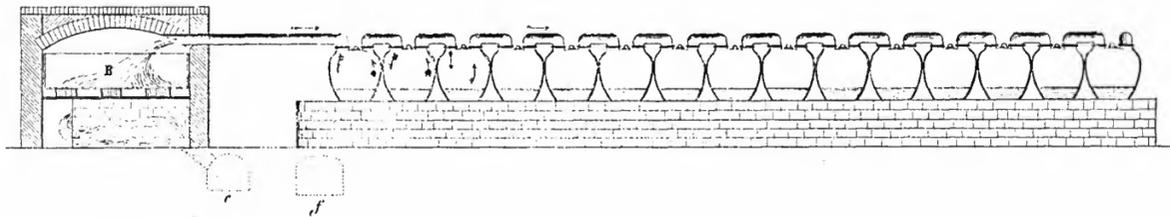


Fig. 72.

Plan et disposition de l'appareil.

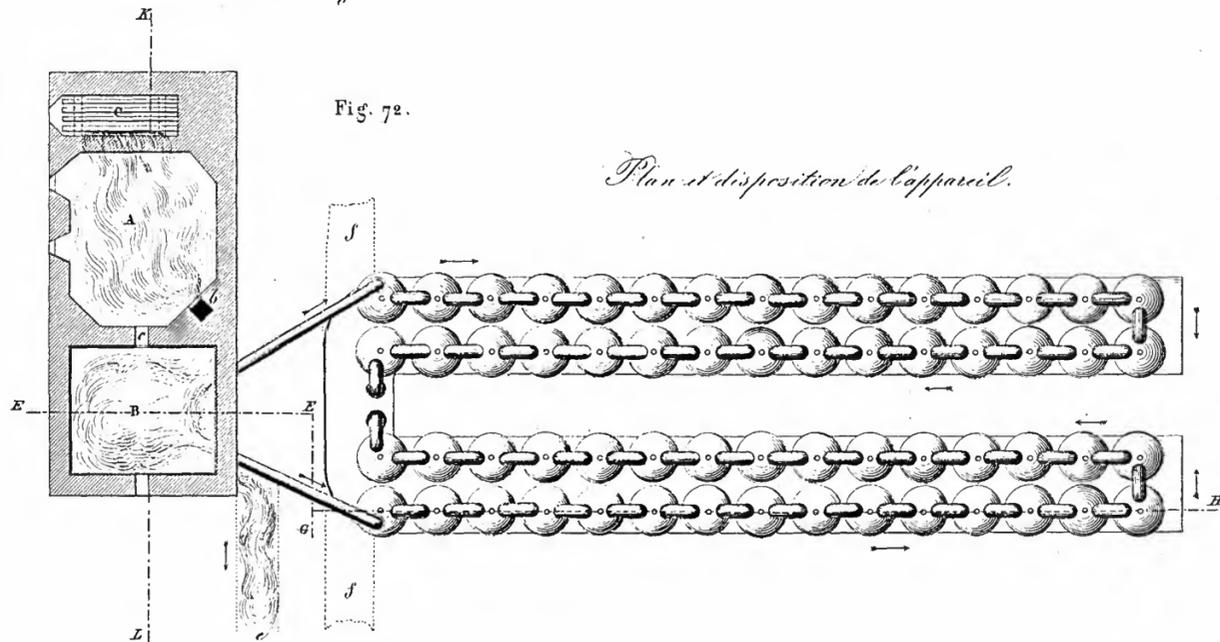


Fig. 75. Elevation

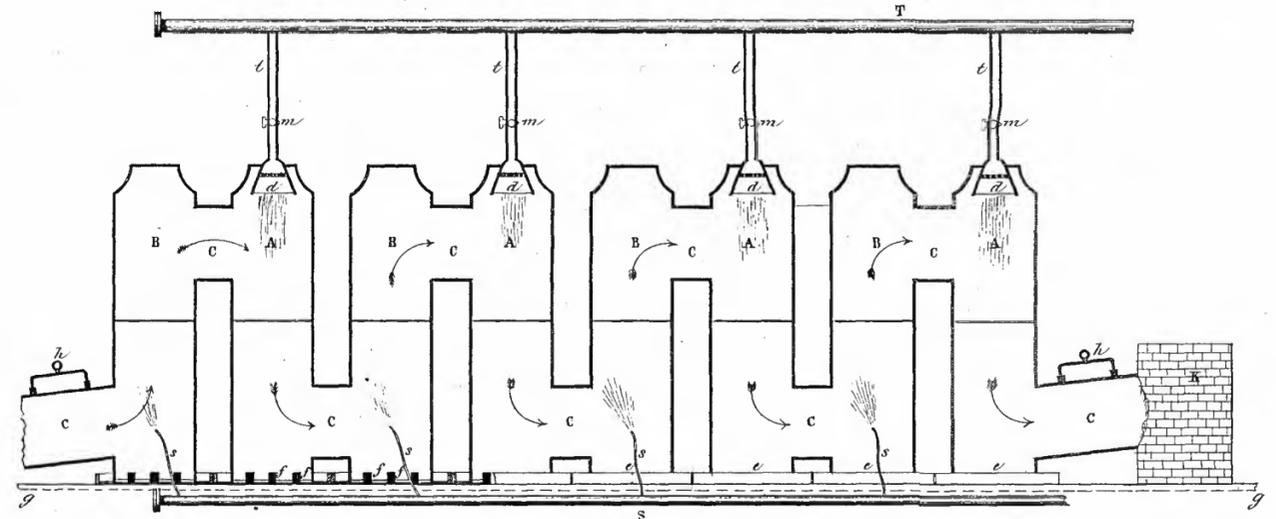
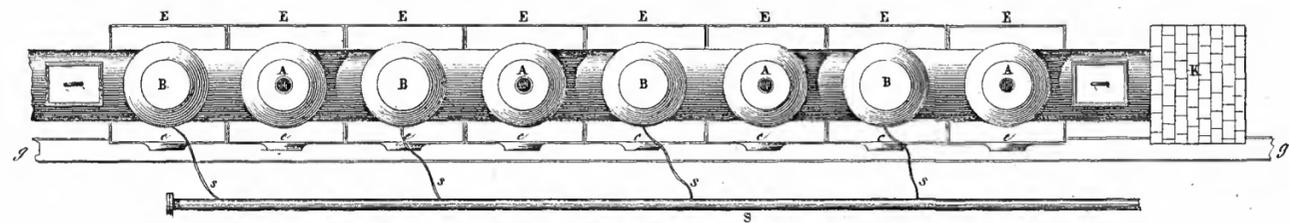


Fig. 76. Plan



Coupe suivant *xx'* de la fig. 73.

Fig. 73.

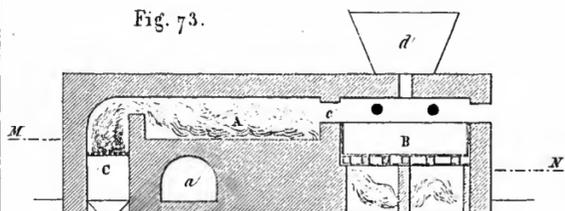
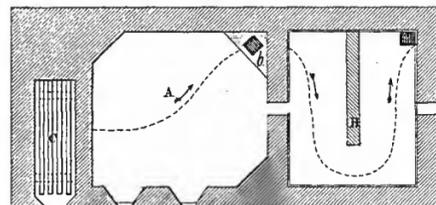
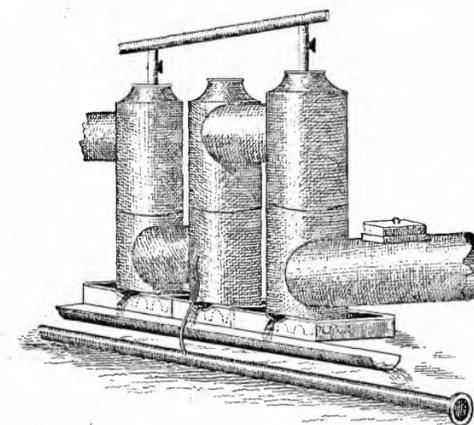


Fig. 74.

Coupe horizontale suivant *yy'* de la fig. 73.



Echelle de 0,02 par mètre.



Vue perspective de l'appareil.

Légende

des Fig. 75 et 76.

- A Colonnes à courant descendant.
- B Colonnes à courant ascendant.
- C Tuyaux d'entrée et de sortie des vapeurs.
- S Tuyaux distributeurs de vapeur.
- T Tuyaux distributeurs d'eau.
- a Pompes d'association.
- E Bassins en plomb dans lesquels baignent les colonnes.
- e Bacs d'écoulement.
- f Ouvertures par lesquelles le liquide acide sort des colonnes.
- g Canal recevant le liquide.
- h Regards.
- K Canal en maçonnerie conduisant les [vapeurs à la cheminée]
- m Robinet pour régler l'écoulement.

des Fig. 71, 72, 73 et 74.

- A Sol de calcinage.
- B Cuvette de décomposition.
- c Foyer.
- a Cave.
- z Grilles pour le passage de la flamme.
- c Couverture pour le transvasement de la matière.
- a Treillis.
- e Canal où se rendent la flamme du foyer et les vapeurs du calcinage.
- s Canal où se rendent les vapeurs qui ont passé dans les bombes.

Fig. 77.

Plan suivant CD de la fig. 78.

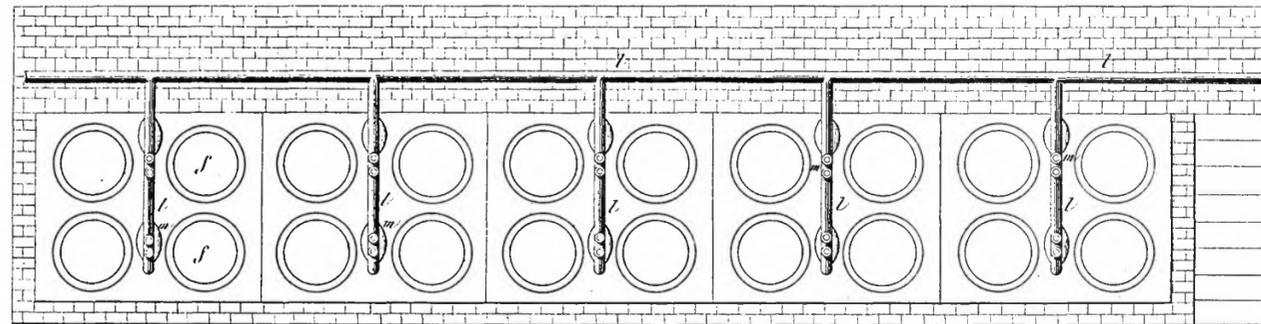


Fig. 79.

Elevation de la chambre

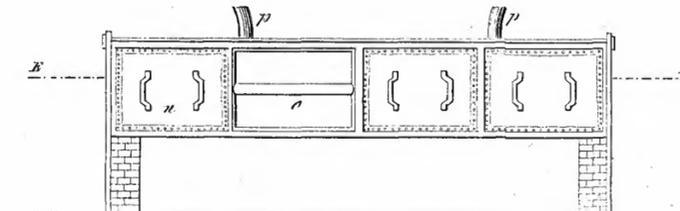


Fig. 81.

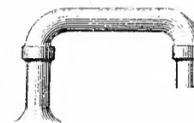


Fig. 78.

Elevation

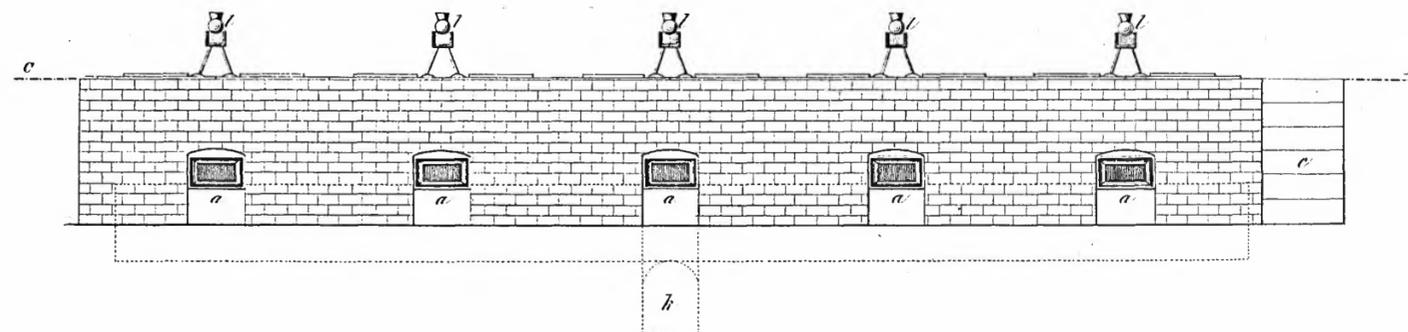
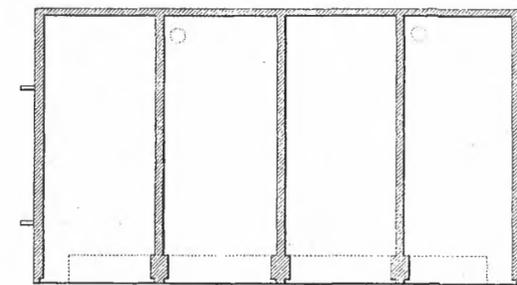


Fig. 80.

Coupe suivant AB de la fig. 79.



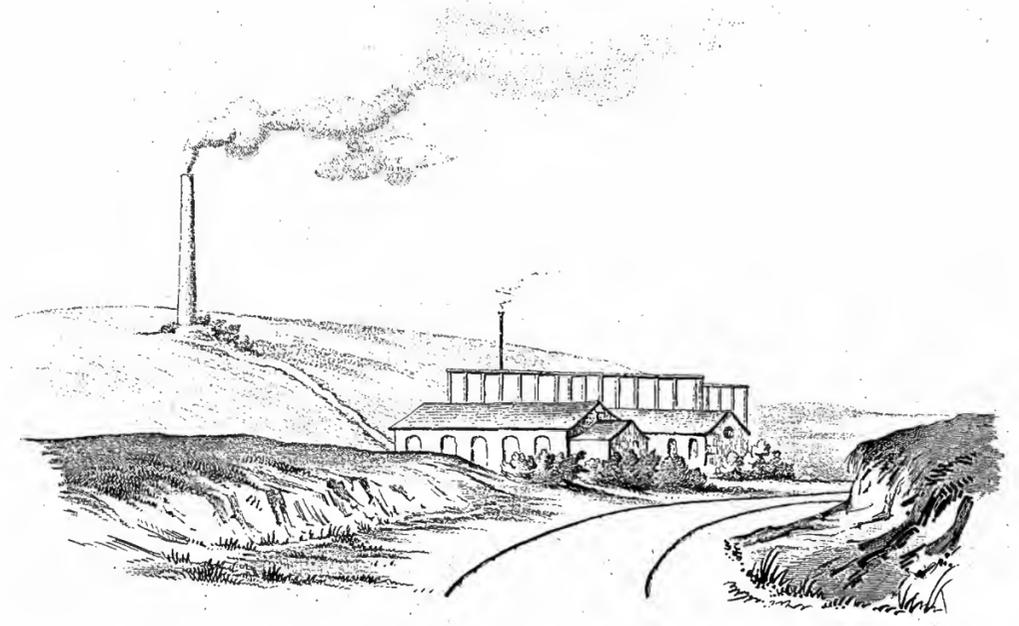
Légende.

- a Foyer chauffant 4 ballons.
- c Escalier.
- f Vase destiné à recevoir le ballon.
- k Canal aboutissant à la cheminée.
- l Tuyau amenant le chlore dans les chambres.
- m Tubulures recevant l'éjecteur fig. 81.
- n Chambre à fabriquer le chlorure (fermée).
- o Chambre à fabriquer le chlorure (ouverte).
- p Tuyau amenant le chlore.

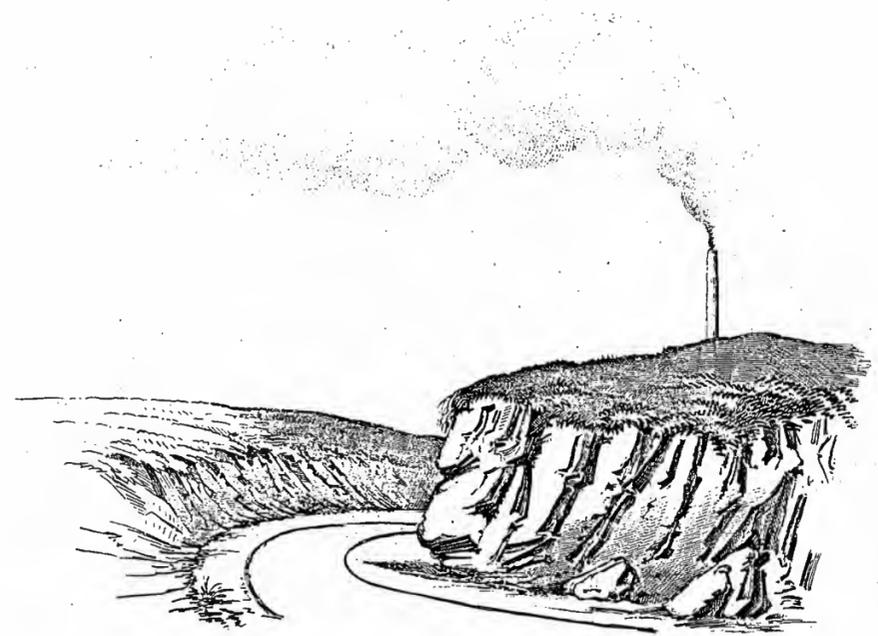
Echelle de 0^m 02 par mètre.



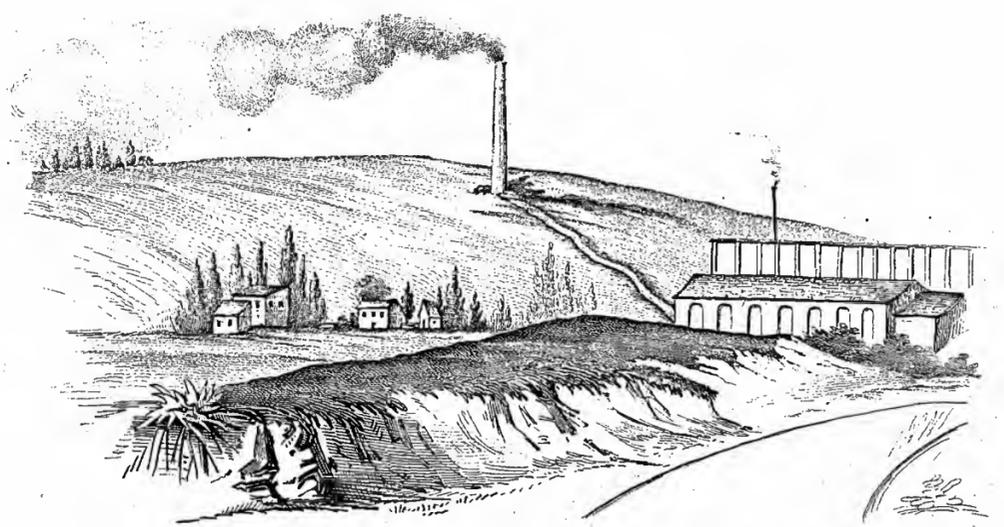
Beau temps. — Vent Nord-Est.



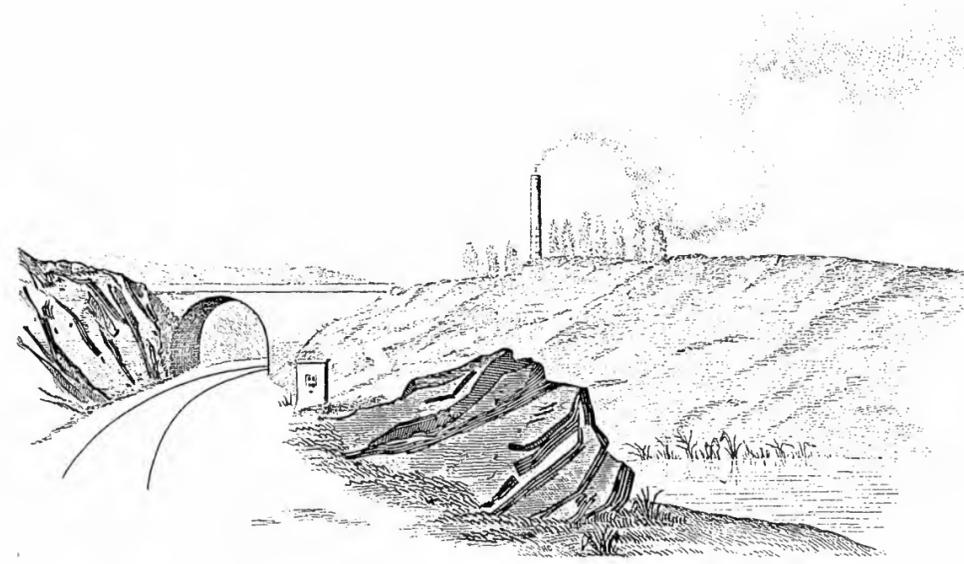
Temps couvert. — Vent Nord-Est.



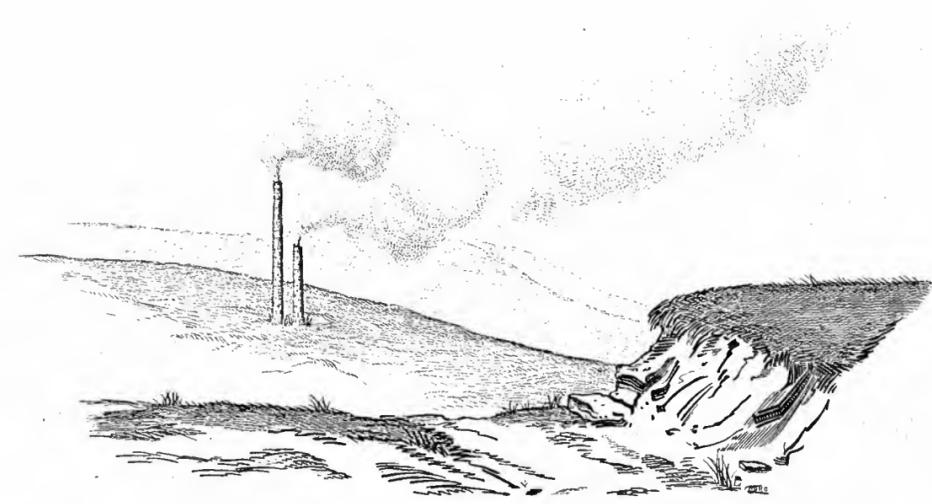
Temps nuageux. — Vent Ouest-Sud-Ouest.



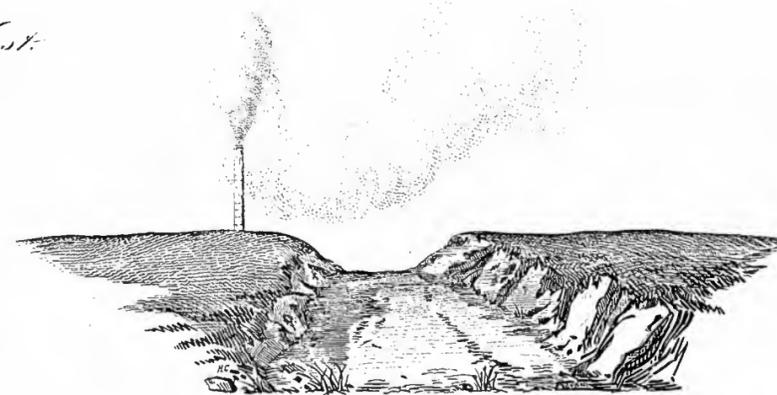
Temps couvert. — Vent Ouest-Sud-Ouest.



Beau temps. — Vent Est-Sud-Est.



Temps couvert. — Vent Sud-Ouest.



Temps couvert. — Vent Sud-Sud-Ouest.



Temps couvert. — Vent Sud-Ouest.



Temps nuageux. — Vent Ouest-Sud-Ouest.